सूर्यग्रहणम्

[illegible] डॉ० मण्डनमिश्रस्य प्रस्तावनया समलङ्कृतम्

प्रणेता
डॉ० कृष्णचन्द्रद्विवेदी

सम्पूर्णानन्द-संस्कृत-विश्वविद्यालयः
वाराणसी

3.4

SARASVATĪBHAVANA-STUDIES

[Vol. 15]

SŪRYAGRAHAṆAM

By

DR. KṚṢṆACANDRA DVIVEDĪ
Ex-Professor & Head
Jyotiṣa Department
Sampurnanand Sanskrit University
Varanasi

FOREWORD BY
DR. MANDAN MISHRA
VICE-CHANCELLOR



VARANASI
1997

Research Publication Supervisor—
Director, Research Institute,
Sampurnanand Sanskrit University
Varanasi.

Published by—
Dr. Harish Chandra Mani Tripathi
Publication Officer,
Sampurnanand Sanskrit University
Varanasi–221 002.

Available at—
Sales Department,
Sampurnanand Sanskrit University
Varanasi–221 002.

Second Edition, 500 Copies
Price–Rs 150.00

Printed by—
VIJAYA PRESS,
Sarasauli, Bhojubeer
Varanasi.

सरस्वतीभवन-अध्ययनमाला

[१५]

सूर्यग्रहणम्

कुलपतेः डॉ॰मण्डनमिश्रस्य प्रस्तावनया समलङ्कृतम्

प्रणेता सम्पादकश्च

डॉ॰ कृष्णचन्द्रद्विवेदी

आचार्योऽध्यक्षचरश्च

ज्योतिषविभागस्य

सम्पूर्णानन्दसंस्कृतविश्वविद्यालये

वाराणसी



वाराणस्याम्

२०५४ तमे वैक्रमाब्दे १९१९ तमे शकाब्दे १९९७ तमे ख्रैस्ताब्दे

अनुसन्धान-प्रकाशन-पर्यवेक्षकः —
निदेशकः, अनुसन्धान-संस्थानस्य
सम्पूर्णानन्दसंस्कृतविश्वविद्यालये
वाराणसी ।

▫

प्रकाशकः —
डॉ० हरिश्चन्द्रमणित्रिपाठी
प्रकाशनाधिकारी,
सम्पूर्णानन्दसंस्कृतविश्वविद्यालयस्य
वाराणसी–२२१ ००२.

▫

प्राप्ति-स्थानम् —
विक्रय-विभागः,
सम्पूर्णानन्दसंस्कृतविश्वविद्यालयस्य
वाराणसी–२२१ ००२.

▫

द्वितीयं संस्करणम्, ५०० प्रतिरूपाणि
मूल्यम् — १५०=०० रूप्यकाणि

▫

मुद्रकः —
विजय-प्रेस,
सरसौली, भोजूबीर
वाराणसी ।

प्रस्तावना

अप्रत्यक्षाणि शास्त्राणि विवादस्तेषु केवलम् ।
प्रत्यक्षं ज्यौतिषं शास्त्रं चन्द्रार्कौ यत्र साक्षिणौ ॥

निखिलविश्वब्रह्माण्डे देवयानो-नीहारिकामण्डलस्य सर्वाधिकः प्रकाशपुञ्जतारकः सूर्योऽस्ति। समग्रस्य सौरमण्डलस्य विकासः सूर्यस्यास्य प्रकाशपुञ्जेनैवाभवत्। पृथिव्यपि सौरमण्डलस्यैको ग्रह एवास्ति। सौरमण्डलस्य ग्रहोपग्रहसंयोगेन आकाशे (खगोले) विविधा विस्मयोत्पादिका घटनाः समुद्भवन्ति। घटनानाञ्च तासां प्रभावः पृथिव्याः प्राणिमात्रेषु निश्चयेन पतति दृष्टिपथञ्चायाति।

अस्मिन्नेव क्रमे मानवः सूर्यग्रहणस्य चन्द्रग्रहणस्य च घटनां पश्यति। यदा कदा बृहस्पतिग्रहः शुक्रग्रहश्च पूर्वस्यां दिशि दृग्गोचरौ भवतः, कतिपयदिनानि यावदवलोकनानन्तरञ्चादृश्यौ भवतः, पुनस्तावेव बृहस्पति-शुक्रग्रहौ पश्चिमदिशि प्रकटितौ भवतः। इयमप्येका आकाशीयघटना मानवानां कृते विस्मयपूर्णा आह्लादजनिका चास्ति। प्राणिमात्रस्य प्रथमं प्रत्यक्षमनुभवगम्यं च विज्ञानं ज्यौतिषविज्ञानमेवास्ति। सर्वेषां ग्रहाणां प्रभावः सर्वप्राणिनामुपरि क्रमशो भवत्येव। मानवाः सर्वप्रथमं सूर्यसकाशादेव रात्रेर्दिवसस्य ज्ञानमवाप्तवन्तः। चन्द्रमसः सकाशात् सम्पूर्णा रात्रिः सूर्येण विनाऽपि प्रकाशमाना भवतीत्यनुभवन्ति स्म। अनयोः सूर्यचन्द्रमसोः खगोलीयघटनासकाशादेव सौरमासस्य चान्द्रमासस्य चोत्पत्तिरभवत्। भारतीयचिन्तका एत्र सर्वप्रथमं भारतवर्षे 'ग्रीष्म-वर्षा-शरद्' इति प्रमुखर्तूनाम्, आसामृतूनामवान्तररूपेण षण्णामृतूनां ज्ञानमकुर्वन्। आसामृतूनां नाम्ना वर्षबोधकानां शब्दानामाविर्भावोऽप्यभूत्, यथा—एकस्माद्वर्षाकालादारभ्याग्रिमवर्षाकालस्य मध्यकालो 'वर्ष' इति नाम्नोच्यते। एवमेवैकस्मात् शरत्कालादारभ्याग्रिमशरत्कालस्य मध्यकालो 'वर्ष' इति नाम्ना कथ्यते। पृथिव्यामुत्तरगोलार्धे दक्षिणगोलार्धे च यत्र कुत्रापि मानवाः सन्ति, ते ज्यौतिषशास्त्रानुसारमासामाकाशीयघटनानां ज्ञानानन्तरम्—अहोरात्रज्ञानम्, ऋतूनां ज्ञानम्, दिशां ज्ञानम्, कालस्य च ज्ञानं कृत्वा तदनुसारं तैर्दिनस्य रात्रेश्च यात्रार्थं स्वकीयान् दिग्-देश-कालनिर्धारणसूचकाङ्कान् निर्धारयन्ति।

'सूर्यग्रहणम्' इति ग्रन्थरत्नस्य प्रकाशनं सम्पूर्णानन्दसंस्कृतविश्वविद्यालयेन द्वितीयवारं कृतमस्तीत्यनेन ग्रन्थस्यास्य गणितीयलोकोपयोगिता प्रत्यक्षरूपेण प्रमाणिता भवति। ज्यौतिषशास्त्रस्य महनीये ग्रन्थेऽस्मिन् भारतीयखगोलीयज्यौतिषगणितमाश्रित्यैकस्मिन्निर्धारिते दिनाङ्के सूर्यग्रहणस्यानयनं कृतं वर्तते। अत्याधुनिक-

वेधशालीयपञ्चाङ्गद्वाराऽप्यत्र गणितस्यानयनं कृतमस्ति। एतादृशं तुलनात्मकं कार्यमद्यावधि हिन्दी-संस्कृत-आङ्ग्लभाषाणां कस्मिन्नपि ग्रन्थे न वर्तते येन सूर्यग्रहणा-नयनविषयकं गणितं ज्ञातुं शक्येत। ग्रन्थोऽयं स्वीयवैशिष्ट्येनैव १९६९ ईशवीये वर्षे उत्तरप्रदेशशासनेन सञ्चाल्यमानया हिन्दीसमित्या (संस्कृत-हिन्दी-अकादमीद्वारा) प्रो० राजारामशास्त्रि-डॉ० मङ्गलवेदशास्त्रिमहोदययोराध्यक्ष्ये 'डॉ० गङ्गानाथझा'-नामकेन पुरस्कारेण पुरस्कृतः, लेखकश्चाप्यस्य पुरस्कृत इति।

ग्रन्थेऽस्मिन् न्यूटन-केपलर-कोपर्निकस-बालस्मार्ट-प्रभृतिपाश्चात्यविदुषाम्, आर्यभट्ट-वराहमिहिर-भास्करद्वितीय-मुञ्जाल-कमलाकरभट्ट-आचार्यकेतकरप्रभृतिग्रह-गणितज्ञानां मतस्य सिद्धान्तस्य च विशदं सोपपत्तिकं च प्रतिपादनं कृतमस्ति। गणितज्ञानामेतेषां गणितस्यानयनमपि 'नाटिकल अलमनाक' इत्यनेन संवलितः कृतोऽस्ति। सम्पूर्णानन्दसंस्कृतविश्वविद्यालयस्याचार्यपरीक्षायां पाठ्यग्रन्थरूपेण निर्धारितेन ग्रन्थेनानेन छात्राः, अध्यापकाः, शोधकर्तारश्च प्रामाणिकं लाभं प्राप्स्यन्त्येवेति विश्वसिमः।

अयमस्ति हर्षप्रकर्षस्य विषयो यदयं विश्वविद्यालयो पूर्वत एव विदुषां परम्परया सुसमृद्धोऽस्ति। तस्याः परम्परायाः प्रतीकभूता विश्वविद्यालयस्यास्य ज्यौतिषविभागाध्यक्षचराः डॉ० कृष्णचन्द्रद्विवेदिमहाशया वर्तन्ते, यैर्विश्वविद्यालयोऽयं स्वकीययाऽध्ययनाध्यापनशोधसाधनया संसेवितः। तेषामियं महनीयकृतिरिदानीं द्वितीयसंस्करणरूपेण प्रकाश्यत इत्यस्माकं कृते गौरवस्य विषयः। एतेन ज्यौतिष-शास्त्रस्य महिमा संवर्द्धिष्यते।

एतां सिद्धिमुपलक्ष्याहं मनीषिप्रवरेभ्यः डॉ० कृष्णचन्द्रद्विवेदिमहोदयेभ्यः स्वकीयमादराञ्जलिम्, विश्वविद्यालयस्य प्रकाशन-निदेशकाय डॉ० हरिश्चन्द्रमणि-त्रिपाठिने, ईक्ष्यशोधकाय डॉ० हरिवंशकुमारपाण्डेयाय, प्रकाशनविभागीयान्य-सहयोगिभ्यश्च शुभाशीर्वादान् प्रयच्छन् ग्रन्थस्यास्य मुद्रकाय विजययन्त्रालय-सञ्चालकाय श्रीगिरीशचन्द्राय च शुभकामनाः समर्पयन् ग्रन्थमिमं ज्यौतिष-शास्त्रमनीषिणां सेवायामुपायनीकरोमि।

वाराणस्याम्
विजयदशम्याम्,
वि० सं० २०५५

मण्डनमिश्रः
कुलपतिः
सम्पूर्णानन्दसंस्कृतविश्वविद्यालयस्य

प्रास्ताविकम्

[प्रथमसंस्करणस्य]

अथ साम्प्रतं प्राच्यप्रतीच्यज्योतिर्विज्ञानप्रमेयोपेतं सूर्यग्रहणविषयोपलब्धिचयमण्डितं गवेषणामूलकं सूर्यग्रहणाभिधं ग्रन्थमिमं ज्योतिःशास्त्रानुसन्धानरसिकानां विपश्चितां प्रमोदाय प्रकाशयतो नितरां प्रसीदति ममान्तरात्मा। 'सूर्य आत्मा जगतस्तस्थुषश्च' इति सूर्यस्य माहात्म्यप्रतिपादिका श्रुतिर्जीवानां कल्याणाय स्थावरजङ्गमात्मकस्य विश्वस्य च मङ्गलसाधनाय सूर्यस्य महिमानं शतशः समुद्गिरति। काले काले सूर्यस्य ग्रहणाभियोगो नाम वर्तते कश्चन ज्योतिःशास्त्रे व्याख्यातो लौकिकैः पुरुषैश्च साक्षात्कृतो ह्याकाशपिण्डीयो दृश्यविशेषः। सूर्यग्रहणस्य पुरातनः समुल्लेखः सर्वप्राचीने ग्रन्थे ऋग्वेदे विद्यते। ऋग्वेदस्यानेकेषु मन्त्रेषु वर्तते सूर्यग्रहणस्य चामत्कारिकं विवरणम्। तत्रेदं समुद्घोष्यते यत् स्वर्भानुः सूर्यस्याक्रमणं विधाय तमसा तं विद्धवान्, येन मानवास्तद्रूपं समग्रतया द्रष्टुं नापारयन्, स्वस्वकार्येषु च ते विमुग्धा आसन्। तदा महर्षिणा अत्रिणा समधिगताखिलसामर्थ्यचयेन नानामन्त्रैर्मायांशमपनुद्य सूर्यस्य समुद्धारो विहितः। सूर्यग्रहणस्य निरासाय वेदेषु जागर्ति महर्षेरत्रेः किमप्यलौकिकं तपःसन्धानसमुद्भूतं प्रभावजातमिति तत्तन्मन्त्राणामनुशीलनान्नो परोक्षं प्रेक्षावताम्। एतस्मिन् विषये ऋग्वेदीयोऽयं मन्त्रः प्रमाणकोटिमाटीकते—

स्वर्भानोरध यदिन्द्र माया अवो दिवो वर्तमाना अवाहन्।
गूळ्हं सूर्यं तमसापव्रतेन तुरीयेण ब्रह्मणाविन्ददत्रिः॥

(ऋग्वेदे—५।४०।६)

अन्यस्मिन् मन्त्रे (५।४०।८) एतद्विषयेऽत्रिसहाय एवेन्द्रः सूर्यं दैत्यस्य मायातो जुगोपेति विवरणं समुपलभ्यते। इत्थं सूर्यस्य ग्रहणोपरोधान्मुक्तिप्रदे कर्मणि महर्षिरत्रिरेवातिशयसामर्थ्यमभजत इति तथ्यं स्फुटीभवति। केन सामर्थ्येन महर्षिरत्रिरेवंभूतमलोकसामान्यं व्यापारं कर्तुं प्राभवदिति विषये द्वैविध्यं वर्तते वेदानुशीलनजुषां विपश्चिताम्। तपःप्रभावाज्जायमानं ज्योतिर्विषयकं पाटवमित्येके। किमपि नूतनं यन्त्रं विधाय तत्सहायको महर्षिरत्रिर्ग्रहणादुन्मुक्तं सूर्यं मानवानां कृते द्रष्टुमपारयदिति मधुसूदन-ओझामहोदयः स्वग्रन्थे 'अत्रिख्याति'नाम्नि प्रतिपादयति। इत्थं समतीते प्राचीनकाल एव वैदिकाः पुरुषाः सूर्यग्रहणसम्बन्धिनीं जिज्ञासां निवारयितुकामा ज्योतिःशास्त्रविषयकेण प्रकृष्टज्ञानेन मण्डिता आसन्निति विषये संशीतिलेशोऽपि न विद्यते।

माध्यमिके युगे ज्योतिर्विज्ञानप्रवीणैराचार्यैर्भास्कराचार्यादिभिरनेकैः सूर्यग्रहणस्य सम्यग् विवेचनं व्यधायि, विशिष्टा तदनुसन्धानपरा प्रणालिश्च प्राकाशि। आधुनिके युगे यूरोपीयज्योतिर्विद्भिः सूर्यग्रहणविषये नवीना पद्धतिराविष्कृता। उभयोः सामञ्जस्यमस्मिन् अनुसन्धानग्रन्थे निपुणं व्यधायि वाराणसेयसंस्कृतविश्वविद्यालये ज्योतिःशास्त्राध्यापकेन पण्डितकृष्णचन्द्रद्विवेदिना। अत्र बहुषु स्थलेषु प्राचीनपद्धत्या नूनमनुसरणं विधीयते, परन्तु गणितादिसमुद्धारमुखेन विवृतेयं पद्धतिः कामपि नूतनतां प्रौढिं च भजते। सूर्यग्रहणस्यार्वाचीनां पद्धतिमनुसृत्य स्फुटं विवरणमस्मिन् ग्रन्थे समुपन्यस्तं विदुषा लेखकमहाभागेन। वर्षद्वयं यावद् विषयेऽस्मिन् सश्रमं गवेषणां विधायैव कृष्णचन्द्रपण्डितः संशोधनपूर्वकं ज्योतिःशास्त्रप्रमेयपरिपूर्णं ग्रन्थमिमं निर्मातुं प्राभवदिति तस्य पाण्डित्यप्रकर्षमनुशीलनव्यवसायं गणितपाण्डित्यं च स्फुटं प्रशंसितुं पारयामि। निबन्धेनैतेन स विद्यावारिधिपदवीं लब्धवानिति जागर्ति ग्रन्थस्यास्य प्रशंसनीयः समुत्कर्षविशेषः। एवंविधं पाण्डित्यप्रकाशकमितरमपि ग्रन्थं विरचयितुं समर्थो भवेदिति तस्मै आशीर्वचनानि प्रददामि। निबन्धोऽयं ज्योतिषच्छात्रेभ्यो नितान्तमुपयोगीति मदीयो दृढो विश्वासः।

केन्द्रीयविश्वविद्यालयानुदानायोगस्यार्थिकेन साहाय्येनास्य ग्रन्थस्य मुद्रणं सञ्जातमिति विश्वविद्यालयस्य पक्षेण तत्रत्येभ्योऽधिकारिभ्यः साधुवादान् वितरन् विरमति—

वाराणसी
वैशाखी-पूर्णिमा, वि० सं० २०२४
२३.५.६७

बलदेव-उपाध्यायः
तदानीन्तनानुसन्धानसञ्चालकः
वाराणसेयसंस्कृतविश्वविद्यालयस्य

मङ्गलाचरणम्

लम्बोदरः शिवगिरीन्द्रसुताप्रसूतो
दूर्वाक्षतादिभिरसौ विविधोपचारैः ।
सिद्धिं सदा दिशतु पूजितपादपद्मो
विघ्नानपोह्य वरदोऽखिलभूतिभूषः ॥ १ ॥

अज्ञानान्धतमोऽपहं ग्रहपतिं तेजश्चयं भास्करं
जीवातुं जगतां सहस्रकिरणैः सम्भासकं पोषकम् ।
देवं दिव्यरथेन यान्तमखिलैः पूज्यं प्रतिष्ठास्पदं
वन्दे वन्द्यगुणं नभश्चरगणश्रेष्ठं प्रधानेश्वरम् ॥ २ ॥

यस्याराधनतः समस्तनिगमज्ञानं परं प्राप्यते
द्वारं देवपथस्य यः सितयजुर्वेदादिविद्योद्भवः ।
तेजोभिर्भुवनं बिभर्ति परितो नक्षत्रचक्रेश्वरः
सूर्यं तं प्रणमामि देवमखिलं प्राणप्रदं भास्करम् ॥ ३ ॥

ज्वलत्प्रतापो नभसो महामणि-
र्नवग्रहाणां प्रभुरेष शाश्वतः ।
समस्तलोकाधिपभास्करो रविः
तनोतु माङ्गल्ययशांसि संस्तुतः ॥ ४ ॥

अन्तर्गाङ्गगलज्जलोज्ज्वलजटालग्नेन्दुलेखाशिरः
शोभाधामविभूतिभूषिततनुं कर्पूरगौरं शिवम् ।
भक्तानामभयङ्करं त्रिनयनं श्रीव्याघ्रचर्माम्बरं
वन्दे ब्रह्मशिवं गिरीन्द्रतनयामायाद्वितीयं परम् ॥ ५ ॥

वन्देऽन्नपूर्णां शिवशक्तिरूपां
काशीश्वरीं पूर्णदयां सुभक्ते ।
मोक्षप्रदां सिद्धिकरीं भवानीं
विद्वत्सुरक्षैककृतव्रतां ताम् ॥ ६ ॥

वन्दे तां बगलां परां भगवतीं सौवर्णभूषावृतां
सौवर्णासनसंस्थितां प्रमुदितां पीताम्बरां सिद्धिदाम् ।
शत्रूच्छेदकरीं समस्तजगतामम्बां प्रसन्नाननां
देवैरर्चितपादपद्मयुगलां शोभां वहन्तीं वराम् ॥ ७ ॥

ग्रन्थप्रशस्तिः

ज्योतिःशास्त्रमिदं श्रुतेः सुनयनं प्रत्यक्षमावेद्यते
आचार्यैः सुचिरन्तनैर्निगदितं सम्प्रत्यपि ख्यायते ।
त्रिस्कन्धं महदद्भुतं मणिमिवाक्षय्यप्रभाभासुरं
बह्वर्थं बहुविस्तृतं विजयते सूर्याधिदेवं परम् ॥ १ ॥

गर्गादिप्रथितं वराहमिहिराचार्यादिभिर्वर्धितं
श्रौतस्मार्तसमस्तकर्मसमयप्रस्थापकं मापकम् ।
दैवं शास्त्रमिदं पवित्रमधुना नव्यैश्च विद्वद्वरै-
र्नित्यं संस्कृतवैभवं विजयते सर्वोपकारं वहत् ॥ २ ॥

सर्वविद्याप्रदीपेऽस्मिन् शास्त्रे दैवे कृतश्रमः ।
श्रीकृष्णचन्द्रो दैवज्ञो त्रिकन्धनयपारगः ॥ ३ ॥

माता श्रीरजला स्वभावसरला पुण्यव्रता सत्यवाक्
पुण्यात्मा जनकः कुबेरपदभाग् यस्य त्रयो भ्रातरः ।
भारद्वाजकुलोद्भवः स विदुषां चूडामणिः शोभते
श्रीकृष्णस्तपसां निधिर्गुणगणैर्लोकेषु सम्पूज्यते ॥ ४ ॥

नव्यप्राच्यमतं विलोड्य सुधिया तत्त्वग्रहासक्तया
तेनाकारि नवः परिष्कृतमतो ग्रन्थो महत्त्वावृतः ।
मान्यः सम्मतिसिद्ध एष विदुषां लोकोपकारी महा
सूर्यस्य ग्रहणं प्रधानविषयः सम्यगिहाशोधितः ॥ ५ ॥

सूर्यग्रहणबन्धोऽसौ दैवज्ञैरवलोकितः ।
विदुषां सम्मतोऽपूर्वो नूनं ख्यातिकरोऽद्भुतः ॥ ६ ॥

अत्र ग्रन्थे समायाता विषयाः परिमार्जिताः ।
चिन्तिता ग्रन्थकारेण विवृद्धाः परिशोधिताः ॥ ७ ॥

ग्रन्थस्य स्वरूपं च पाश्चात्यप्राच्यसम्मतम् ।
अयनचलनं ह्यंशानयनं च विधूननम् ॥ ८ ॥

सूर्यग्रहणनिमित्तं पर्वान्तसाधनं तथा ।
सङ्क्रान्तिः कालमानश्च शराणाञ्च प्रसाधनम् ॥ ९ ॥

नव्यप्राच्यमते सर्वं लम्बनं नतिसाधनम् ।
सूर्यचन्द्रमसोर्बिम्बसाधनं विधिना कृतम् ॥ १० ॥

ग्रहणपद्धतिः पूर्वा नव्या च सुपरिष्कृता ।
वेसलादिप्रसिद्धा या रीतिरत्र प्रदर्शिता ॥ ११ ॥

नवपद्धतिमाश्रित्य ग्रहणं परिशोधितम् ।
इत्येवं विषया ह्यन्ये परिष्कृत्य प्रसाधिताः ॥ १२ ॥

ग्रन्थरत्नमिदं ज्योतिःसागरादिव निष्कृतम् ।
सूर्यग्रहणनामैवं दृष्टं पूर्वं न च क्वचित् ॥ १३ ॥

ग्रन्थोऽयमेक एवालं पाण्डित्यस्य निदर्शकम् ।
विदुषोऽस्य सुकीर्तेश्च श्रीकृष्णस्य महात्मनः ॥ १४ ॥

अपूर्वः श्लाघनीयश्च परैरपि प्रशंसितः ।
ज्योतिःशास्त्रेतिहासेऽस्मिन् एष यत्नो विभाव्यते ॥ १५ ॥

ज्योतिःशास्त्रमिदं विलोक्य सुधिया श्रीकृष्णचन्द्रेण यद्
नव्यप्राच्यमतं विशोध्य रचितो ग्रन्थः सुदीप्ताशयः ।
शश्वत्कीर्तिनिबन्धनः श्रुतिमहासम्पत्समृद्धिप्रदो
लोकेऽसौ महते फलाय भवताद् विद्वद्भिः सम्मानितः ॥ १६ ॥

भूमिका

निखिलब्रह्माण्डोऽयं नीहारिकाभिः, मन्दाकिनीभिः, आकाशगङ्गाभिः, तारासमूहैः, ग्रहोपग्रहैः, नक्षत्रैरन्यैश्च विस्मयाधायकपदार्थैः परिपूर्णश्चमत्कृतश्चास्ति। एतेषां सर्वेषामेको हट्ट इव परिदृश्यते। उत्तरीध्रुव-दक्षिणीध्रुवयोः कारणात् स्वस्वगत्या एतेषां सर्वेषां पदार्थानां सञ्चालनं भवति। विविधघटना घटन्ति स्म, घटन्ति, अग्रे घटिष्यन्ति च।

प्राणिमात्रेषु मानवः सर्वश्रेष्ठः प्राणो अस्ति। स एव पृथिव्याः प्राथमिकविज्ञानस्य, नक्षत्रविज्ञानस्य, ज्यौतिषविज्ञानस्य च साक्षादनुभवमकरोत्। अयं भारतवर्ष आध्यात्मिकानाम् ऋषीणां महर्षीणां च देशोऽस्ति। विश्वस्मिन् सर्वप्रथमं वेदरूपस्य संस्कृतसाहित्यस्य माध्यमेन तैरनेकधा ज्ञानविज्ञानानां विचारा उपस्थापिताः। अष्टादश-ऋषयोऽस्य प्रकाशशास्त्रस्य ज्यौतिषशास्त्रस्य किं वा नक्षत्रशास्त्रस्य प्रणेतारः सन्ति। यथाह कश्यपः —

सूर्यः पितामहो व्यासो वसिष्ठोऽत्रिः पराशरः।
कश्यपो नारदो गर्गो मरीचिर्मनुरङ्गिराः॥
लोमशः पौलिशश्चैव च्यवनो यवनो भृगुः।
शौनकोऽष्टादशाश्चैते ज्यौतिःशास्त्रप्रवर्त्तकाः॥

पराशरश्च —

विश्वसृङ् नारदो व्यासो वसिष्ठोऽत्रिः पराशरः।
लोमशो यवनः सूर्यश्च्यवनः कश्यपो भृगुः॥
पुलस्त्यो मनुराचार्यो पौलिशः शौनकोऽङ्गिराः।
गर्गो मरीचिरित्येते ज्ञेया ज्यौतिःप्रवर्त्तकाः॥

इमे महर्षयः स्वतपोबलेन अध्यात्मबोधेन च निखिलब्रह्माण्डस्य विभिन्नानां प्रक्रियाणां ज्ञानमकुर्वन्। एवं विभिन्ना घटना आश्रित्य पुनः पुनस्तासां प्रक्रियया

ग्रहगणितस्याविष्कारम्, सूर्यसकाशाद् अहोरात्रेर्ज्ञानम्, चन्द्रमसः सकाशात् चन्द्रिकायाः (धवलतायाः) ज्ञानम्, षड्-ऋतूनाञ्च ज्ञानमभवत्। इत्थं सूर्यग्रहणस्य, चन्द्रग्रहणस्य, तयोः पुनः पुनरागमनप्रक्रियाया सक्रियसूक्ष्मगणितस्य च ज्ञानं भारतीया महर्षयः, भारतीया विद्वांसश्च उपस्थापितवन्तः ।

वर्तमानं पुस्तकं "सूर्यग्रहणम्" अस्य सक्रियसूक्ष्मगणितस्य ज्वलन्तमुदाहरणमुपस्थापयति । अष्टादशशताब्दीतः पाश्चात्यदेशीया विद्वांस आधुनिकैराविष्कारयन्त्रैः (दूरवीक्षणयन्त्रादिभिः) खगोलीयज्यौतिषविज्ञानस्यान्वेषणमकुर्वन् । तेनान्वेषणेन इङ्गलैण्ड-जर्मन-संयुक्तराज्य-अमेरिकादिदेशेषु विशेषेणास्य प्रगतिरभवत् । तस्याः प्रगतेः स्पष्टं प्रमाणं "नाटिकल अल्मनाट" (नाविकपञ्चाङ्ग) इति नाम्ना विश्वविख्यातोऽस्ति ।

"सूर्यग्रहणम्" इत्यस्मिन् ग्रन्थे एकस्मिन्नेव दिनाङ्के प्राच्यपद्धत्या पाश्चात्यपद्धत्या च सूर्यग्रहणस्य गणितं स्पष्टरूपेण प्रस्तुतमस्ति । भारतीयगणितप्रक्रियायामन्वेषणं विधाय सूर्यग्रहणस्य यः कालः (स्पर्शकालः, मध्यकालः, मोक्षकालश्च) निर्णीतोऽस्ति स "नाटिकल अल्मनाट" (नाविकपञ्चाङ्ग) इत्यस्मिन् निर्धारितस्य कालस्यातिसन्निहितोऽस्ति । इदमेव विशिष्टं ज्ञानमस्ति यस्मिन् किमप्यर्थसाध्यमन्तरा आधुनिकयन्त्रस्य सूक्ष्मगणितेन कालस्यानयनं कृतं वर्तते । अस्मिन् वैज्ञानिके युगे इमां चरमोपलब्धिमनुमन्य उत्तरप्रदेशहिन्दीसाहित्यसमित्या १९६९ तमे ईशवीये वर्षे "सूर्यग्रहणम्" (प्राच्यपाश्चात्त्योभयपद्धत्या रविग्रहणविमर्शः) नामाऽयं ग्रन्थः "सरगङ्गानाथझा"-पुरस्कारेण पुरस्कृतोऽभवत् ।

अस्मिन् ग्रन्थे ग्रहणसीमा, बाल-स्मार्ट-न्यूटन-केपलर-प्रभृतिपाश्चात्यविदुषां सिद्धान्तानां प्रतिपादनं कृतं वर्तते, तत्सातत्ये सूर्यसिद्धान्तस्य आर्षग्रन्थस्य सुधावर्षिणीटीकायाः, ज्योतिर्गणितस्य, केतकीग्रहगणितस्य, बहुविधभारतीयसारिणीग्रन्थस्य च सिद्धान्तानां विशदं विवेचनं गणितीयसारिणीनां परीक्षणं संशोधनं च कृतं वर्तते । अयं ग्रन्थो वर्तमानयुगे संस्कृतमाध्यमस्यानुपमो ग्रन्थोऽस्ति । छात्राणामध्यापकानामनुसन्धातॄणां कृते चातीवोपयोगी अस्ति । भौतिकस्य क्रियात्मकगणितस्य कृतेऽपि उपयोगी अस्ति । तुलनात्मकदृष्ट्या आधुनिकखगोलविज्ञानस्य ज्ञानमेतदतिरिक्तग्रन्थेषु नोपलभ्यते ।

सम्पूर्णानन्दसंस्कृतविश्वविद्यालयस्य परीक्षापाठ्यक्रमेषु निर्धारितो ग्रन्थोऽयं विश्वविद्यालयस्याध्ययनाध्यापनस्तरं समुन्नतं कुर्वन् आधुनिकसन्दर्भे वैज्ञानिकं रूपं धारयतीति स्पष्टं प्रतीयते।

सम्पूर्णानन्दसंस्कृतविश्वविद्यालयस्य प्रकाशनविभागः "सूर्यग्रहणम्" (प्राच्य-पाश्चात्योभयपद्धत्या रविग्रहणविमर्शः) नाम्नोऽस्य ग्रन्थस्य द्वितीयं संस्करणं प्रकाशयति। अनेनास्य ग्रन्थस्योपादेयता सिद्ध्यति। अत एव प्रकाशनाधिकारी विश्व-विद्यालयस्योच्चाधिकारिणश्च धन्यवादार्हाः सन्ति।

अस्य ग्रन्थस्य प्रकाशनसन्दर्भे पण्डितश्रीरामसहोदरपाण्डेयस्य (पूर्व-अनुसन्धा-नाधिकारी, सम्पूर्णानन्दसंस्कृतविश्वविद्यालयः, वाराणसी) सहयोगोऽस्ति, अतोऽहं तस्य शाश्वतसमुन्नतिं कामयमानस्तं प्रति हार्दिकं सद्भावं विज्ञापयामीति।

कृष्णचन्द्रद्विवेदी
आचार्योऽध्यक्षचरश्च, ज्योतिषविभागस्य
सम्पूर्णानन्दसंस्कृतविश्वविद्यालये
वाराणसी

अनु-भूमिका

समस्त ब्रह्माण्ड विस्मयाधायक पदार्थों से भरा पड़ा है और चमत्कृत है। नीहारिकाएँ, मन्दाकिनियाँ, आकाशगङ्गाएँ, तारागुच्छों, ताराओं, ग्रहोपग्रहों, नक्षत्रों, इन सभी का एक मेला-सा लगा हुआ है। उत्तरी, दक्षिणी ध्रुवों के कारण अपनी गति से इन सबका संचालन होता रहना है। विभिन्न प्रकार की घटनाएँ घटती रही हैं, घट रही हैं और भविष्य में भी घटती रहेंगी।

प्राणिमात्र में मानव सर्वश्रेष्ठ प्राणी है और उसने धरती के प्रथम विज्ञान नक्षत्र-विज्ञान, ज्यौतिष-विज्ञान का साक्षात् अनुभव किया। भारतवर्ष आध्यात्मिक ऋषि-महर्षियों का देश है। उन्होंने विश्व में सर्वप्रथम वेद जैसे संस्कृत-साहित्य के माध्यम से अनेक प्रकार के ज्ञान-विज्ञान को उपस्थित किया है। अट्ठारह ऋषि इस प्रकाशशास्त्र ज्यौतिषशास्त्र किं वा नक्षत्र-शास्त्र के प्रणेता हैं। जैसा कि कश्यप ने कहा है—

सूर्यः पितामहो व्यासो वसिष्ठोऽत्रिः पराशरः।
कश्यपो नारदो गर्गो मरीचिर्मनुरङ्गिराः॥
लोमशः पौलिशश्चैव च्यवनो यवनो भृगुः।
शौनकोऽष्टादशश्चैते ज्यौतिःशास्त्रप्रवर्त्तकाः॥

महर्षि पराशर ने भी कहा है—

विश्वसृङ् नारदो व्यासो वसिष्ठोऽत्रिः पराशरः।
लोमशो यवनः सूर्यश्च्यवनः कश्यपो भृगुः॥
पुलस्त्यो मनुराचार्यो पौलिशः शौनकोऽङ्गिराः।
गर्गो मरीचिरित्येते ज्ञेया ज्यौतिःप्रवर्त्तकाः॥

इन महर्षियों ने अपने तपोबल से, अपने आध्यात्मिक-बोध से समस्त ब्रह्माण्ड की विभिन्न प्रक्रियाओं की जानकारी की और विभिन्न घटनाओं के आधार पर पुनः-पुनः उनकी प्रक्रियाओं से सूर्य के कारण ग्रहगणित का आविष्कार, दिन-रात का ज्ञान किया। चन्द्रमा के कारण रात्रि भी उजली होती है, ऋतुएँ बनती हैं। इस प्रकार षड् ऋतुओं का ज्ञान हुआ। सूर्यग्रहण और चन्द्रग्रहण की जानकारी और उनका पुनः-पुनः आगम सक्रिय गणित भारतीय ऋषि महर्षियों ने और भारतीय विद्वानों ने उपस्थित किया।

वर्तमान पुस्तक "सूर्यग्रहणम्" इस सक्रिय सूक्ष्म गणित का ज्वलन्त प्रमाण उपस्थित करता है। अठारहवीं शताब्दी से पाश्चात्य देशों ने खगोलीय ज्यौतिष-ज्ञान की ओर नवीन वैज्ञानिक आविष्कारों (दूरवीक्षण यन्त्रादिकों) से अन्वेषण किया

और उसके आधार पर इङ्गलैण्ड, जर्मन, संयुक्तराज्य अमेरिका जैसे देशों में विशेष प्रगति हुई। अब उसका ज्वलन्त प्रमाण नाटिकल अल्मनाट (नाविक पञ्चाङ्ग) के रूप में विश्वविख्यात है।

'सूर्यग्रहणम्' ग्रन्थ में एक ही दिनाङ्क के सूर्यग्रहण की गणित प्राच्य-पाश्चात्य दोनों पद्धतियों से स्पष्ट रूप से प्रस्तुत की गई है। भारतीय गणित प्रक्रिया में अन्वेषण करके सूर्यग्रहण का काल—स्पर्श, मध्य, मोक्ष—जो निकाला गया है, वह नाटिकल अल्मनाट के काल के अति निकट है। यह ही विशेष ज्ञान है, जिससे विना किसी अर्थसाध्य आधुनिक यन्त्र के सूक्ष्म गणित के द्वारा आनयन किया गया है, जो इस वैज्ञानिक युग में चरमोपलब्धि है। इसी के कारण सन् १९६९ में हिन्दी समिति उ० प्र० द्वारा "सर गङ्गानाथ झा" पुरस्कार से पुरस्कृत हुआ है।

इस ग्रन्थ में ग्रहणों की सीमा, वाल-स्मार्ट, न्यूटन, केलट आदि पाश्चात्य विद्वानों के सिद्धान्तों का प्रतिपादन किया गया है और उसी सातत्य में 'सूर्यसिद्धान्त' आर्ष ग्रन्थ सुधावर्षिणी टीका, 'ज्योतिर्गणित', 'केतकीग्रहगणितम्', बहुविध भारतीय सारिणी ग्रन्थों के सिद्धान्तों का विशद विवेचन, गणितीय सारिणियों का परीक्षण, संशोधन किया गया है। यह ग्रन्थ वर्तमान युग में संस्कृत माध्यम का अनुपम ग्रन्थ है। छात्र, अध्यापक, अनुसन्धाता के लिए अतीव उपयोगी है। भौतिक क्रियात्मक गणित के लिए उपयोगी है। इसके विना आधुनिक खगोल विज्ञान की जानकारी तुलनात्मक दृष्टि से अन्य ग्रन्थों में उपलब्ध नहीं है।

सम्पूर्णानन्द संस्कृत विश्वविद्यालय के परीक्षा-पाठ्यक्रम में यह ग्रन्थ स्वीकृत किया गया है। इससे सम्पूर्णानन्द संस्कृत विश्वविद्यालय के अध्ययन / अध्यापन का स्तर आधुनिक सन्दर्भ में वैज्ञानिक रूप धारण करता है, यह स्पष्ट प्रतीत होता है।

सम्पूर्णानन्द संस्कृत विश्वविद्यालय के प्रकाशन विभाग ने 'सूर्यग्रहणम्' नामक इस ग्रन्थ का द्वितीय संस्करण (प्राच्यपाश्चात्त्योभयपद्धत्या रविग्रहणविमर्शः) प्रकाशित कर रहा है। इससे इस ग्रन्थ की उपादेयता स्पष्ट है। इसलिए संस्कृत विश्वविद्यालय के उच्चाधिकारी धन्यवाद के पात्र हैं।

इस ग्रन्थ में पं० श्री राम सहोदर पाण्डेय पूर्व अनुसन्धान अधिकारी, सम्पूर्णानन्द संस्कृत विश्वविद्यालय से सहायता मिली है, हम इनके अत्यन्त आभारी हैं। इनकी शाश्वत उन्नति की हार्दिक सद्भावना करते हैं।

कृष्णचन्द्र द्विवेदी
पूर्व आचार्य एवं अध्यक्ष, ज्योतिष-विभाग
सम्पूर्णानन्द संस्कृत विश्वविद्यालय
वाराणसी

स्वकीयं वाचिकम्

[प्रथमसंस्करणस्य]

सूर्यग्रहणमधिकृत्य निबन्धलेखनार्थं मदीया समीहा बहुकालस्यासीत्। लब्ध-सिद्धान्तज्यौतिषाचार्यपदवीकेन मया सन् १९५८ ईसवीये वत्सरे विशिष्टाचार्य-परीक्षायाः कृते चन्द्रग्रहणमधिकृत्य निबन्धो व्यलेखि।

ततश्च १९६१ ईसवीये वत्सरे भारतीयकेन्द्रीयप्रशासनेन 'मानवता' (Humanities) छात्रवृत्तिः रू० २००=०० प्रतिमासिकी, स्वविषयेऽनुसन्धित्सूनां छात्राणां कृते समुद्घोषिता। सन् १९६१ ईसवीयवत्सरस्य अप्रैलमासस्य २२ दिनाङ्के 'विद्या-वारिधिः' (पी-एच० डी०) संज्ञोपाधिकृते सूर्यग्रहणमधिकृत्य गवेषणात्मकं निबन्धं प्रस्तुतीकर्तुं समुत्सुकेन मया दिल्लीनगरे शिक्षासचिवालये प्रार्थनापत्रं प्रहितम्। तस्य कृते साक्षात्कारार्थं दिल्लीनगरमाहूतोऽहं सचिवालयेनैतस्य निबन्धस्य कृते २००=०० रू० छात्रवृत्तिप्रदानेनानुगृहीतोऽभवम्।

वाराणसीं समागत्य वाराणसेयसंस्कृतविश्वविद्यालयीयानुसन्धानसंस्थान-सञ्चालकेन पं० क्षेत्रेशचन्द्रचट्टोपाध्यायमहोदयेनानुज्ञातेन मया सूर्यग्रहणनिबन्धविषयस्य सूची प्रस्तुतीकृता। अनुसन्धानसञ्चालकमहोदयेनानुमोदिता सा दिल्लीनगरं प्रेषिता।

ततो वारासेयसंस्कृतविश्वविद्यालयस्य ज्यौतिषविभागाध्यक्षस्य पण्डितप्रवर-अवधबिहारीत्रिपाठिनो निर्देशने तत्त्वावधाने च निबन्धोऽयं लेखितुमारब्धः। अत्र हि सूर्यग्रहणस्य नवीनां पद्धतिमनुसृत्य ये विषया निवेशितास्तेष्वनेकविषया ज्योतिष-विभागस्याध्यापकेन पण्डितश्रीचन्द्रपाण्डेयेन सिद्धान्तज्योतिषस्यानेकान् आङ्ग्ल-ग्रन्थान् आलोड्य प्रतिबोधिता विद्यन्ते।

निबन्धेऽस्मिन्ननेक एतादृशा विषयाः सन्निविष्टाः सन्ति, ये किल प्राचीन-पद्धतिमनुसृत्य सिद्धान्तज्योतिषमधिजिगांसूनां कृते नूतनतमा विद्यन्ते। प्रत्ननूतनो-भयसिद्धान्तज्योतिर्विदां कृते तेऽतीवोपयोगिनश्च विद्यन्ते। यथा—वेसलपद्धत्या नेपियरपद्धत्या प्राचीनपद्धत्या च भूमण्डलीयं सूर्यग्रहणगणितं नियतभूपृष्ठस्थानीय-सूर्यग्रहणोदाहरणञ्च।

पुरातनानामाचार्याणां भूमण्डलीयसूर्यग्रहणस्य कृते काऽपि पद्धतिर्न विद्यते। अतो ये किल नवीनगणितरीत्या भूमण्डलीयं सूर्यग्रहणं गणयितुं न पारयन्ति, तेषां कृते प्राचीनोपकरणैरेव भूमण्डलीयसूर्यग्रहणगणितस्य प्रक्रियाऽत्र पुरः स्थापिता। सूर्यग्रहणार्थं रवीन्दो शरश्चाधुनिकगणनापद्धत्या साधिताः। तदर्थं ज्योतिर्गणितं मराठीग्रहगणितं चोपाश्रितम्। स्पष्टचन्द्रस्य भोगशराभ्यां विषुवांशानयनमप्यत्र 'ए ट्रीटाइज आन स्फेरिकल एस्ट्रानामी बाई रावर्ट बाल' ग्रन्थसाहाय्येन स्पष्टीकृतम्। अयनचलनं विधूननञ्चेति विषयाविमौ रावर्टबालमहोदयस्य पूर्वचर्चितग्रन्थतः, डब्ल्यू० एम० स्मार्टमहोदयस्य 'ए टेस्ट बुक आन स्फेरिकल एस्ट्रानामी' इत्यतश्च संगृहीतौ विद्येते। वेसलसिद्धान्तोऽपि डब्ल्यू० एम० स्मार्टमहोदयस्यैव ग्रन्थतः संगृहीतः।

प्राचीनाचार्योपहितोपकरणैर्भूमण्डलीयसूर्यग्रहणगणितपद्धतिश्च रावर्टबाल-महोदयस्यैव ग्रन्थतः समुद्धृता।

एवं निबन्धस्यास्य संक्षिप्तः परिचयः प्रस्तुतीकृतः। अत्र संस्कृतटङ्कणे टङ्कणयन्त्राणामीषत्क्षमत्वाद् बहुत्र शोधिता अप्यशुद्धयो बाहुल्येन दृग्गोचरी-भवन्ति। अतः सर्वासामशुद्धीनां समुद्धारोऽत्राक्षम एव दृश्यते। एतस्य कृते मनीषिणो मृष्यन्तु मामिति।

विदुषामनुचरः
कृष्णचन्द्रद्विवेदी
वा० सं० वि० वि०, वाराणसी

भूमिका

[प्रथमसंस्करणस्य]

नाविदितं जगज्जनमनः पर्यवेक्षणवासनावासितमनसां सुमनसां यदयं लोकः प्रवृत्तिपार्थक्यं समासादितवानेव जन्म प्रतिपद्यते। एक ईश्वरे दृढभक्तिः, अपरस्तत्राभक्तिभूमिकामवाप्य तदस्तित्व एव कृतसन्देहः। कश्चिद् 'अहिंसा परमो धर्मः' इत्यात्मनः प्रवृत्त्यनुरूपे जीवदयाप्रचार एव कृतप्रयत्नः। अपरः, आमिषाशनप्रियतया "न मांसभक्षणे दोषः" इत्युक्तिं समर्थयन् हिंसकानां प्रोत्साहन एव प्रवृत्तः। कश्चित् "परदारा न गन्तव्याः, न हर्तव्यं परस्य स्वम्" इति स्वीयामभिरुचिमेव विश्वजनीनामापादयति। अपरो "भस्मीभूतस्य शरीरस्य पुनरागमनं कुतः" इति ब्रुवाण एतत्प्रतीपाचरण एव दत्तावधानः। इत्येवं महीयसि विसंवादे कृत्याकृत्यविवेचनमन्थरप्रवृत्ततया किंकर्त्तव्यविमूढं मानवसमाजं साधीयांसं पन्थानमध्यासयितुं कर्त्तव्याकर्त्तव्यबोधनपरं शास्त्रं समुद्भूवत्। यथोक्तम्—

प्रवृत्तिर्वा निवृत्तिर्वा नित्येन कृतकेन वा।
पुंसा येनोपदिश्येत तच्छास्त्रमभिधीयते॥

शासनाच्छास्त्रमुपदेशः पौरुषेयमपौरुषेयं वा वाक्यमित्यर्थः। तच्च शास्त्रं त्रिधा प्रथते। प्रभुसम्मितम्, कान्तासम्मितम्, मित्रसम्मितं चेति। तत्र त्रयाणां मध्ये शब्दप्रधानं यद्वेदाख्यं शास्त्रं तत्प्रभुसम्मितं राजतुल्यम्। यथा—प्रभुर्वाङ्मात्रेण पुरुषं प्रवर्तयति निवर्तयति विपक्षे दण्डयति, चैवं वेदोऽपि विधिशब्देनैव पुंसां प्रवृत्तिनिवृत्तिहेतुविपक्षे प्रत्यवायं चापादयति।

मत्रसम्मितमर्थप्रधानं शास्त्रमितिहासादिकम्, तथा हि—इतिहासादयो न वेदवदेवं कुर्यादिति विधिबलेन पुरुषं प्रवर्तयन्ति, किन्तु पूर्वपुरुषचरितवर्णनामुखेन सुहृदिव युक्तिभिरनुनीय पुंसः कर्त्तव्ये प्रवर्तयन्ति निवर्तयन्ति चाकर्तव्यादित्यर्थप्राधान्यमेषाम्।

तृतीयं च कान्तासम्मितं ध्वनिप्रधानं शास्त्रं काव्यम्, यथा कान्ताकटाक्षवीक्षणमन्दहासमधुरभाषणादिभिः पुरुषं रञ्जयन्ती व्यञ्जनव्यापारेणैव सर्वं कारयति। एवं काव्यकलाऽपि शब्दार्थोभयशक्तिमूलया व्यञ्जनवृत्त्या रामादिवत् प्रवर्तितव्यं जनेन, न रावणादिवदिति सरसमापाद्य पुंसां कर्त्तव्याकर्त्तव्यं प्रवृत्तिनिवृत्ति च सम्पादयति।

तत्राप्यनन्तराभिहिते मित्रकान्तासम्मित उभे अपि शास्त्रे वेदार्थमुपजीव्यैवात्मनोऽस्तित्वं प्रतिष्ठापयतः। वेदाभ्युदीरितं शासनमेव ताभ्यां स्वस्वाङ्गीकृतसरण्या सुकुमारमतीनां विनेयानामुपदेशार्थमभ्युदीर्यते। तथा हि—"स्वर्गकामो यजेत" इति वेदाभ्युदोरितोपदेशो राजशासनमिव जगतीतलेऽवततार। तन्मानवसमूहः कथमस्य ज्ञातार्थः क्रियतेति प्रयतमानेन मित्रसम्मितशास्त्रेणेतिहासेन क्रतूनां शतेनेष्टवतो महीपतेर्दिलीपस्य चरितवर्णनया कथामुखेन जनसमूह एवमुपदिष्टः। यथा दिलीपेन यज्ञशतमनुष्ठीय स्वर्गलोकोऽभ्यवापि, तथैव सर्वैरपि लोकैर्यज्ञानुष्ठानेन स्वर्गोऽभ्यवाप्तुं शक्य इति।

एवं "राहूपरागे स्नायात्" इति वेदविधिः परिणतबुद्धीनां दुरितक्षयकारितया निर्भ्रान्तमुपगतम्। विधिनानेन जनता कथमनुशासितव्येत्येतदर्थं यत्नं विदधतेतिह्येन राहुकथामुखेन जननिवह एवमनुशासितो यज्जगदाराध्यदेवौ सूर्यचन्द्रमसौ राहुणा ग्रस्यमानावस्माभिर्विधीयमानैः स्नानदानजपहोमैर्मुक्तिमुपयास्यतोऽतस्तेऽनुष्ठातव्या एव, एवं काव्येनापि—

झटिति प्रविश गेहे स्नाहि तत्रैव कान्ते
ग्रहणसमयवेला वर्तते शीतरश्मेः।
तव मुखमकलङ्कं वीक्ष्य नूनं स राहुः
ग्रसति तव मुखेन्दुं पूर्णचन्द्रं विहाय॥

इत्यनेन तव मुखमकलङ्को मयङ्क एवेति सहृदयहृदयाह्लादिकया चमत्कुर्वत्या व्यञ्जनवृत्त्योपस्कृतेन "स्नाहि तत्रैव कान्ते" इति वाच्यार्थेन वेदस्योद्गलितमनुशासनमेव तत्कालानुविधातव्यतयोपदिष्टः, येन कान्ताऽपि सरसापादनोपस्कृतेनानेन बन्धेनाभिहिते नैमित्तिकविधौ विहितार्था सती तदनुष्ठाने सुखेन प्रावर्त्ति।

एतेन व्यक्तमेव यद् वेदोपहितानामनुशासनानां रहस्यमादायैवेतरयोरुभयोरपि शास्त्रयोः शासनप्रवाहोऽनुप्राणिति, एवं नानाविषयजातानामाकरस्य निखिलशास्त्रोपजीव्यस्य वेदस्य प्रमुखाङ्गभूतनेत्ररूपज्यौतिषशास्त्रस्य स्वरूपं निरूप्यते द्योत्यतेऽनेनेति द्योतनं वा ज्योतिः। ज्योतिरधिकृत्य कृतो ग्रन्थो ज्यौतिषम्, अधिकृत्य कृते ग्रन्थे इत्यणि निष्पन्नम्।

एतेन निखिलनभस्तलवितत्द्युचरतारकाततिमधिकृत्य विमृश्यमानो निबन्धविषये ज्यौतिषमिति लक्षणं पर्यवसन्नम्, तच्च सिद्धान्त-संहिता-होरारूपेण स्कन्धत्रयेण शासकत्वाच्छास्त्रमिति व्यपदिष्टम्। यत्र च महीयसा गणितबन्धेन द्युचरचारा विचार्यन्ते स सिद्धान्तः।

इहैवैतत्सहकारितन्त्रकरणयोरप्यन्तर्भावः। एवञ्च महत्तरगणितसाध्यत्वे सति खेटबोधकनिबन्धत्वमिति सामान्यं लक्षणं पर्यवसन्नम्। अस्य विशेषलक्षणं सिद्धान्तशिरोमणौ यथा—

त्रुट्यादिप्रलयान्तकालकलना मानप्रभेदः क्रमात्,
चारश्च द्युसदां द्विधा च गणितं प्रश्नास्तथा सोत्तराः।
भूधिष्ण्यग्रहसंस्थितेश्च कथनं यन्त्रादि यत्रोच्यते,
सिद्धान्तः स उदाहृतोऽत्र गणितस्कन्धप्रबन्धे बुधैः॥

तन्त्रलक्षणं यथा—

सिद्धान्तोदीरितो ह्यर्थो निजयुक्त्यैव केवलम्।
निखिलं यत्र तत्तन्त्रं निजोपकरणाश्रितम्॥

एवञ्च यत्र युगाद्यहर्गणेन ग्रहसाधनं तत्तन्त्रमिति लक्षणं निष्पन्नम्।

करणलक्षणं यथा—

सिद्धान्तोक्तैकदेशास्तु केचिद्यत्र निरूपिताः।
तदुक्तं करणं नाम्ना लघूपायो विनिर्मितम्॥

एवं यत्र शकाद्यहर्गणेन ग्रहसाधनं तत्करणमिति व्यवच्छेद्यम्।

यत्र यत्र तात्कालिकद्युचरचारवशेन सुभिक्ष-दुर्भिक्षादिसार्वभौमशुभाशुभफलं प्रस्तूयते, सा संहिता।

अत्रैव स्वर-मुहूर्त्त-शकुन-पुरुषस्त्री-गजतुरङ्ग-रत्नप्रतिमालक्षणप्रभृतिनाना-विषयजातानामन्तर्भावमाचक्षते तद्विदः। अत एव विविधपदार्थसार्थसान्निध्येन विश्व-जनीनत्वात् संहिताभिधानमन्वर्थाभिधायि।

यत्र च प्रत्येकमनुजजननकालिकद्युचरसंस्थानुकूतभङ्ग्या तदनुयायिषु वृत्तवर्त-मानवर्तिष्यमाणादेशाः कीर्त्यन्ते तज्जातकम्। जातमेव जातकमुत्पन्नम्। स्वार्थे कन्। उपचारात् तत्प्रतिपादकशास्त्रमपि जातकपदव्यपदेश्यमस्यैवापरपर्यायो होराशब्दः। अस्य व्युत्पादनं तु "होरेत्यहोरात्रविकल्पमेके वाञ्छन्ति पूर्वापरपर्यालोचनात्" इति वराहोक्त्याऽहोरात्रशब्दस्य पूर्वापरवर्णाभावमुत्पाद्य पृषोदरादिविकल्पनया क्रियते। अथवा हुल्-हिंसासंवरणयोरिति धातोः पचादेराकृतिगणत्वादचि

निष्पन्नो होलति हुल्यते वा होलाशब्दः। रलयोरभेदेन होराशब्दो जातः। अत्रैव यवनाचार्येण पारसीकभाषया प्रतिपादितस्य वार्षिकफलादेशपरफलकस्य ताजिकस्याप्यन्तर्भावमुशन्ति तदभिमानिनः। यत्तु केनापि —

पञ्चस्कन्धमिदं शास्त्रं होरागणितसंहिताः।
केरलिः शकुनं चेति ज्यातिःशास्त्रमुदीरितम् ॥

इत्यनेन **ज्यौतिषस्य स्कन्धपञ्चात्मकत्वमाम्नातम्**, तन्न विचारसहम्। शकुनकेरलिपदार्थयोरपि संहिता-जातकयोरेवान्तर्भावेऽतिरिक्तस्कन्धकल्पनाया अन्याय्यत्वात्। सतोषद्वैलक्षण्ये अतिरिक्तकल्पनाबीजे, स्वरताजिकरमलानामपि पार्थक्येनैव गणनौचित्यादिष्टत्वापत्तेः।

ज्योतिःशास्त्रमनेकभेदविषयं स्कन्धत्रयाधिष्ठितं
तत्कात्स्न्योंपनयस्य नाम मुनिभिः सङ्कीर्त्यते संहिता।
शास्त्रेऽस्मिन् गणितेन या ग्रहगतिस्तन्त्राभिधानस्त्वसौ
होराऽन्याङ्गविनिश्चयश्च कथितः स्कन्धस्तृतीयोऽपरः॥

इति वराहमिहिरोक्त्या स्कन्धत्रयातिरिक्तकल्पनायास्तत्कालविरोधाच्च न स्कन्धपञ्चकोक्तिः साधीयसी विभाव्यते।

ज्यौतिषस्य वेदाङ्गत्वनिरूपणम्

अथ वेदप्रतिपाद्योऽर्थो धर्म इत्येवं मतिमतां श्रूयते पारम्पर्येणावगम्यते च। न केनचित्क्रियत इति व्युत्पत्तिबाधितापौरुषेयताकश्रुतिपदपर्यायशाली वेद्यन्ते ज्ञाप्यन्ते धर्मकाममोक्षा अनेनेति वेदः, स एवात्र सर्वस्वम्। स च यथा शिक्षया शिक्ष्यते स्वस्ववर्णाद्युच्चारणक्रियया समुपदिश्यते।

व्याकरणेन व्याक्रियते तच्छब्दार्थैरिष्टव्याख्यानेन व्युत्पाद्यते। निरुक्तेन निरुच्यते, पदपदार्थनिर्धारणेन निरूप्यते, छन्दसा छाद्यते त्रयीत्वव्यपदेशबीजेन गानरूपेण ऋग्-यजुःसामसम्बन्धेन बध्यते, कल्पेन कल्प्यते कर्मकाण्डानुगुण्येन सम्पाद्यते। तथैव ज्यौतिषेन द्योत्यते इष्टानिष्टोभयात्मकानां यज्ञानामनुष्ठानकालादेशेन प्रकाश्यते। तत एवामुष्य वेदाङ्गत्वम्।

तत्रापीतरापेक्षया विशिष्टद्योतनशक्त्या वेदस्य पुरुषनिरूपणावसरेऽस्य चक्षुष्ट्वेनोपादानम्।

तथा चोक्तं सिद्धान्तराजे—

वेदा यज्ञप्रवृत्ता यजनमथ ककुप्कालयोर्निर्णयेन
दिक्कालौ भग्रहेभ्योऽनुमितपरिमिती ते पुनर्गोलसंस्थैः।
गोले नम्रोन्नतत्वं तदपलतस्ते तु सिद्धान्तगम्ये
तस्माद्वेदाङ्गमग्र्यं नयनमभिहितं ज्यौतिषं शास्त्रमेतत् ॥ १ ॥

सिद्धान्तशिरोमणावपि यथा—

वेदास्तावद् यज्ञकर्मप्रवृत्ता यज्ञाः प्रोक्तास्ते तु कालाश्रयेण।
शास्त्रादस्मात्कालबोधो यतः स्याद्वेदाङ्गत्वं ज्यौतिषस्योक्तमस्मात् ॥ २ ॥

इत्थं चाङ्गत्वमुपरागादिपदार्थनिर्णायकत्वं च तदभ्यर्हितत्वे बीजम्। तथा चोक्तं **शिरोमणौ, लगधतन्त्रे च क्रमेण—**

वेदचक्षुः किलेदं स्मृतं ज्यौतिषं मुख्यता चाङ्गमध्येऽस्य तेनोच्यते।
संयुतोऽपीतरैः कर्णनासादिभिश्चक्षुषाङ्गेन हीनो न किञ्चित्करः ॥ ३ ॥

यथा शिखा मयूराणां नागानां मणयो यथा।
तद्वद्वेदाङ्गशास्त्राणां ज्यौतिषं मूर्धनि स्थितम् ॥ ४ ॥

सिद्धान्तवैशिष्टयम्—एवं तत्तन्निबन्धरहस्यालोडनेन निरूपितेषु ज्योतिष-स्कन्धेषु कतमस्योपजीव्यत्वकोटिप्रवेश इति चेदन्वयव्यतिरेकाभ्यां सिद्धान्तस्यैव सङ्गच्छत इति निपुणं विभावनीयम्। अत एव प्रमेयसम्बोधनानुशोधेन गाणितिकानां गौरवमप्यधार्य्याय युक्तैः,

दशदिनकृतपापं हन्ति सिद्धान्तवेत्ता
त्रिदिनजनितदोषं तन्त्रविद्दृष्ट एव।
करण-भगणवेत्ता हन्त्यहोरात्रदोषं
जनयति घनमंहस्तत्र नक्षत्रसूची ॥ ५ ॥

ज्योतिर्विवरबिम्बभास्करो भास्करोऽप्याह—

जानन् जातकसंहिता सगणितस्कन्धैकदेशा अपि
ज्योतिःशास्त्रविचारसारचतुरः प्रश्नेष्वकिञ्चित्करः।
यः सिद्धान्तमनेकभेदविततं नो वेत्ति भित्तौ यथा
राजा चित्रमयोऽथवा विघटितः काष्ठस्य कण्ठीरवः ॥

उद्यानं च्युतचूतवृक्षमथवा पाथो विहीनं सरः
ज्योतिःशास्त्रमिदं तथैव विबुधाः सिद्धान्तहीनं जगुः ॥

यः केवलं पञ्चाङ्गबलेनैव नक्षत्रं सूचयति, तदुत्थघट्यादिकं निर्दिशति, स नक्षत्रसूचीति व्यपदिश्यते । अत्र नक्षत्रमिति निरुपपत्तिकस्य पदार्थमात्रस्योपलक्षणम् । तेनान्धपरम्पराव्यवह्रियमाणसारणीसाहाय्येन तिथ्यादिचिन्तयतामपि नक्षत्रसूचकत्वमेव । यथोक्तम्—

तिथ्युत्पत्तिं न जानाति ग्रहाणां नैव साधनम् ।
परवाक्येन वर्तन्ते ते वै नक्षत्रसूचकाः ॥

अथ कस्तावदस्याधिकारीत्यत्राहुर्भास्कराचार्याः —

द्विविधगणितमुक्तं व्यक्तमव्यक्तयुक्तं तदवगमननिष्ठः शब्दशास्त्रे पटिष्ठः ।
यदि भवति तदेदं ज्योतिषं भूरिभेदं प्रपठितुमनधिकारी सोऽन्यथा नामधारी ॥

अथ तावज्ज्यौतिषस्य किं फलमित्यत्राह कश्चित्—

धर्मार्थकाममोक्षेषु वैचक्षण्यं कलासु च ।
करोति कीर्तिं प्रीतिं च ज्योतिःशास्त्रनिषेवणात् ॥

न केवलं पुरुषार्थप्राप्तिदृशैवास्य संवेदनमवश्यं कर्त्तव्यमपि तु नित्यव्यवहार्याणां निखिलानां कलानां परिचयमवाप्तुमपि सकलविज्ञानयोनेरस्य परिज्ञानं परमप्रयोजनीयम् । भूगोलेतिहासभूस्तरभौतिकविज्ञानप्रभृतीन्याधुनिकोन्नतिसाधनान्यपि शास्त्रादस्मादानृण्यं पर्यवाप्तुं सर्वथाऽक्षमाण्येव । किं सति ज्योतिषेऽविदिते कालकलने विधुरो जनवर्गस्तात्कालिकत्रयोदशदिनान्तरसम्भूतसूर्यचन्द्रोपरागद्वयस्थितिवशेन महाभारतस्य कालं निश्चेतुं निःसन्दिग्धमक्षमं स्यात् । किं सत्यन्न नवगते कोलम्बसाख्यो महापोतवाहक इदं संवेदितुं पारितोऽभविष्यद्यद् यूरोपदेशात् प्रतीच्यां प्रस्थिते तस्मिन् कोऽपि प्रदेशोऽवश्यं तेन समासादितः स्यात्, न कदापि तथा । स हि प्रत्यहं सूर्यं चन्द्रतारकानन्यांश्च ग्रहान् पूर्वस्यामुदीय पश्चिमस्यामस्तं व्रजतो दृष्टवान् । तेन स कृतनिश्चयोऽभवद्यन्निरन्तरं पश्चिमस्यामेव प्रचरता मयाऽवश्यं भारतवर्षं समासादयिष्यते । यद्यप्ययं देशो यूरोपतः पूर्वस्यां स्थितः । "क ईप्सितार्थस्थिरनिश्चयं मनः पयश्च निम्नाभिमुखं प्रतीपयेत्" । ज्योतिषसाहाय्येनैव यूरोपीयमहागणितज्ञन्यूटनस्याकर्षणसिद्धान्तबलेनाविष्कृता गतिशास्त्रसम्बन्धितस्त्रयो नियमाः प्रामाण्यमुपगमय्य पृथिव्यां प्रख्यापिता वर्तन्ते । साम्प्रतमेतत्साहाय्येनैवागाधे महोदधौ महापोतवाहका

भुवि भागे कुत्र ते स्थिता इति स्थिरीकुर्वन्ति। एतेन विना समुद्रयात्रा विफलेव सम्पद्येत। क्षेत्रफलविज्ञानं नूतनप्रदेशे मार्गनिर्मापणमौच्छ्रित्य सम्मापनमुदधीनां गम्भीरत्वावबोधनमित्यादयोऽत्यन्तोपयोगिनो विषया ज्योतिषाश्रयणमन्तरेण सर्वथाऽसम्भवा एव।

गणितशास्त्रसम्बन्धिनस्ते विभागा ये सरलचापीयत्रिकोणमितिः, चलनकलनम्, चलराशिकलनमित्यादिनामधेयैः प्रमातृणां समक्षमुपगता विद्यन्ते, केवलं ज्यौतिषशास्त्रीयाः समस्याः समञ्जसयितुं प्रकाशमुपनीताः सन्त्यो विकासमवापिषत्। यथा तुच्छधातून् विलाप्य तान्सुवर्णत्वमवापयितुं रसायनशास्त्रं समुद्भवता यथा वा रोगान् प्रति विधाय शरीरस्थान् धातून् प्रतिलोमतामुपगताननुलोम्यशरीरं प्रकृतौ स्थापयितुं चिकित्साशास्त्रमाविरभवत्तथैव ज्यौतिषविषयान् स्पष्टयितुं ज्यौतिषशास्त्रं समजनिष्ट। तथा हि लोकानां व्यवहारप्रवर्तनाय गणितमजायत। तत्तु तथात्वमापन्नमेव शास्त्रस्यास्य प्रधानाङ्गतामुपेतम्। एवं कालं कलयितुं नक्षत्राणां परिचय आवश्यक आसीत्। तदर्थं च सरलचापीयत्रिकोणमितेराविर्भावोऽभवत्, येन ग्रहनक्षत्राणां परस्परसम्बन्धावबोध एव केवलं न, अपि तु कर्मारकर्मणि स्थापत्यविद्यायाः (इञ्जीनियरिङ्गे) तस्योपयोगित्वमन्यानि तदुपकरणानां बौद्धोपयोगित्वान्यतिशेते। अत एवामुष्य सर्वविज्ञानयोनित्वम्। कलाः कलाभ्य एव प्रभवन्तीति सूक्तिरिह सत्याप्येत। अतः सूर्यचन्द्रोपरागव्यतिपातवैधृतीत्यादिप्रत्यक्षचमत्कारचञ्चुपदार्थसार्थवाहस्यास्य विवादमात्रोपजीविभ्योऽन्यान्यशास्त्रेभ्यो वैशिष्ट्यमतिरोहितमेव।

ज्यौतिषस्य प्रादुर्भावकालनिर्णयः

इदञ्च ज्यौतिषं कदा प्रादुरभवदिति मीमांसावसरेऽस्य वेदाङ्गभूततयाऽस्य वेदसमकालिकत्वमित्यध्यवसाय एव प्रमातृणां हृदयङ्गमः स्यात्। अङ्गिनोऽङ्गस्य च यौगपद्येनैवोत्पद्यमानत्वात्, वेदे ह्यंशतोऽनुस्यूतानां यज्ञविधावधिकृतानां नक्षत्रद्युचर-कल्प-युग-संवत्सरर्तु-मासायनादिपदार्थानां तादात्म्येनैव ज्योतिषशरीरस्य निर्माणाच्च। तथा हि—"कृत्तिकास्वग्निमादधीत" इति श्रुतिसमीरितमनुशासनं कृत्तिकानक्षत्राधिष्ठितं भानुमन्तं विषयीकरोति। एवं "मुखं व्वा एतत्संवत्सरस्य यच्चित्रा पौर्णमासः" इति तैत्तिरीयसंहितावचनं भानुमतः षड्भान्तरितं चित्रानक्षत्रमध्यासीनं शीतमरीचिमालिनमभिलक्षयति। "ॐ ऋतं च सत्यं चाभिधात्तपसोऽध्यजायत" इत्यादि ऋग्वेदवचनं सृष्टिकल्पं परिज्ञापयति। एवमेव—

कलिः शयानो भवति संजिहानस्तु द्वापरः ।
उत्तिष्ठन् त्रेता भवति कृतं सम्पद्यते चरन् ॥

इदं तैत्तिरीयब्राह्मणोदितं कृतादियुगव्यवस्थां परिज्ञापयति । एवं "संवत्सरोऽसि परिवत्सरोऽसि । इदावत्सरोऽसि । इदुवत्सरोऽसि । इद्वत्सरोऽसि, वत्सरोऽसि, तस्य ते वसन्तः शिरः" इति तैत्तिरीयवचनेन संवत्सरस्य पञ्चनामानि निर्दिश्यन्ते । चित्रादि-नक्षत्रसंवलितपौर्णमासीयागेन चैत्रादिमासनामानि तु वैदिकवाङ्मये सर्वत्रैव निर्दिष्टानि विद्यन्ते । ऋग्वेदे वरुणस्तुतौ "वेद य उपजायेते" इत्यनेनाधिमासोप-सङ्ग्रहोऽपि निर्दिष्टः । महाभारतेऽप्युपजायते पदेनैवाधिमासनिर्देशः । यथा भीष्मोक्तौ "पञ्चमे पञ्चमे वर्षे" । एवं हि "ऋतुर्ऋतुनानुद्यमानः । विननादाभिधावः षष्टिश्च त्रिंशकावल्गा (वर्गाः) शुक्लकृष्णौ च षष्टिकौ" । तथा "शुक्लकृष्णौ द्यौरिवासि" इति तैत्तिरीयारण्यकवचनेन रविपरिवर्तसमुद्भवं संवत्सरं षष्टिभागात्मकैर्ऋतुभि-र्विभक्तम् ३६०° अंशात्मकं परिज्ञाप्यते । तथा च—ऋतुत्रयेण प्रथमेन संवत्सरस्य शुक्लभागोऽपरेण च तस्य कृष्णभागोऽभ्यधायि । एवमनेकवचनानि ज्यौतिषस्य तादात्म्याध्यासावबोधकानि वेदे वर्तन्ते, तानि सङ्ग्रथ्यैको महाग्रन्थो निर्मातुं शक्यते । एतेन पर्यवसीयते यद् वेदकाले ज्यौतिषं कामं लब्धप्रचारमासीत् । अतो वेदानां काले निर्णीतेऽस्य कालोऽपि निर्णीतो भविष्यतीत्यर्थादापतति ।

वेदानां कालोऽत्र प्रस्तूयते—

धर्मप्राणानामस्माकं भारतीयानां मते वेदानां नित्यत्वादेषां कालं निर्णेतु-मध्यवसायो न केवलमनधिकारचेष्टितम्; किन्त्वाकाशकुसुमावचिचीषयोर्ध्वप्रसारित-करस्य मनुजनुषः प्रपतितमिवोपहासास्पदम् ; तथापि मम कृतोत्तरं सर्वमसाध्यं-वेत्यहं कृतानां पाश्चात्त्यानां मुखमुद्रणाय विषयेऽस्मिन् विहितो भारतीयानामध्य-वसायोऽपि न्याय्य एव । यतो हि पाश्चात्त्या वेदानां कालं ख्रीष्टाब्दारम्भकालादूर्ध्वं सहस्रद्वितयमेव २००० वर्षाणामङ्गीकुर्वन्ति । अतो ज्यौतिषशास्त्रोपहितप्रमाणैर्लोक-मान्यतिलकप्रभृतिभिर्भारतीयैर्वेदकालो ख्रीष्टाब्दादूर्ध्वं वर्षाणां ४००० सहस्र-चतुष्टयान्न्यूनं न भवितुमर्हतीति कृतनिश्चयः ।

अथोर्ध्वमस्येयत्ता परिच्छेदः कर्तुमक्षममेव । अतो ज्यौतिषस्यापि स एव प्रादुर्भावकाल इत्यर्थः पर्यवसितः । अपरञ्च—

'कृत्तिकास्वग्निमादधीत' इति पूर्वाभिहिततैत्तिरीयब्राह्मणोक्तिः केन प्राक्तन-कालेन सङ्गच्छत इति निर्णेष्यते । तथा च "मुखं व्वा एतन्नक्षत्राणां यत्कृत्तिका । मुखं व्वा एतदृतूनां यद्वसन्तः । देवगृहा वै नक्षत्राणि कृत्तिका प्रथमं विशाखे उत्तमम् । तानि देवनक्षत्राणि । अनुराधाप्रथममपभरणीरुत्तमम् । तानि यमनक्षत्राणि ।

तस्मात् कृत्तिकास्वादधीत। एता ह वै प्राच्यै दिशो न च्यवन्ते। सर्वाणि ह वा नक्षत्राणि प्राच्यै दिशश्च्यवन्ते" (तै० ब्रा० १।४।१)। अयमाशयः—"प्रजापतिर्देवताः सृजमानोऽग्निमेव देवतानां प्रथममसृजत" (तै० ब्रा० २।१।७) इति वचनेनाग्निर्देवतानां मुखं प्रथमो वा। तेन प्रथमदेवतागृहं कृत्तिका। यतो हि देवगृहा वै नक्षत्राणि। तस्मात् कृत्तिका नक्षत्राणां मुखं प्रथमो वा। कृत्तिकातो विशाखां यावद् देवनक्षत्राणि। उत्तरगोलाश्रयिभास्करनक्षत्राणीत्यर्थः। अनुराधातो भरणीं यावद् यमनक्षत्राणि। दक्षिणगोलावलम्बिरविभातीत्याशयः। तत्र देवनक्षत्राणां प्रथमं कृत्तिका। यतो हि "एता ह वै प्राच्यै दिशो न च्यवन्ते।" अन्यानि सर्वाणि हि नक्षत्राणि प्राच्यैर्दिशश्च्यवन्ते। 'प्राच्यै' इत्यत्र पञ्चम्यर्थे चतुर्थी। तात्पर्यमिदं यदुदयकाले कृत्तिकापूर्णबिन्दुतश्च्युता न भवति। पूर्वबिन्दुं न जहातीत्यर्थः। अन्यानि सर्वाणि नक्षत्राणि स्वोदयकाले पूर्वबिन्दुं जहातीति वक्तव्याशयः।

तत्र प्राच्यै दिशो न चयवन्त इत्यस्य गोलानुगतार्थो विविच्यते

गोलविदः सम्यगिदं जानन्ति यद् यस्य नक्षत्रस्य ग्रहस्य वा विषुवद्वृत्त एवावस्थितिस्तस्यैवोदयो पूर्वबिन्दौ भवति नेतरस्य। यतो हि भूपिण्डस्य गोलत्वात् तत्पृष्ठनिष्ठप्रत्येकस्थानस्य पूर्वपश्चिमबिन्दू विषुवद्वृत्त एव भवतः। ततो पर्यवसितमिदं यत्तैत्तिरीयब्राह्मणकाले दृश्यकृत्तिका तारापुञ्जं विषुवद्वृत्त एव कृताधिष्ठानमासीत्। इदमधिकृत्य गणितगोलपद्धत्याऽस्य कालः कियान् पुराण इति समालोच्यते। चिरन्तनानां गोलविदां धौरेयाणां मञ्जुलभास्करप्रभृतीनामाचार्याणां मतेन भूरविचन्द्रपरस्पराकर्षणसम्बद्धाधुनातनगतिविज्ञानोपहितनियमेन च क्रान्तिपातापरपर्यायस्य नाडीक्रान्तिवृत्तसम्पातस्य वसन्तसम्पाताभिधस्य वसन्तारम्भे यत्र स्थिते सवितरि दिनरात्र्योः समत्वं स वसन्तसम्पातः, पश्चिमस्यां दिशि चक्रभ्रमणं सिद्धमेव। इदमपि नातिरोहितं गोलविदां यद् रविपरमक्रान्तितोऽल्पविशिखं किमपि नक्षत्रं वसन्तसम्पातस्यायनस्य वैकस्मिन् प्रत्यग्भ्रमणपर्यये विषुवद्वृत्तेऽवश्यं कृतावस्थानं स्यादेव। ततस्तस्य क्रान्तिवृत्तीयस्थानतः कियता कालेन प्राक् पश्चाद् वा तदीयबिम्बमयनचलनेन हेतुना नाडीवृत्तेऽवस्थितिं भजत इत्यस्य संसाधनं गोलीयत्रिकोणमित्या सुगमम्। कृत्तिका तारकापुञ्जस्योत्तरशरत्वात् क्रान्तिपातचलनस्य प्रत्यग्गत्या पूर्वं तदीयदृश्यबिम्बं नाडीवृत्ते सम्पतिष्यति, पश्चात् तदीयं क्रान्तिवृत्तीयस्थानमिति

स्पष्टमेव गोलज्ञानाम् । ततः कृत्तिकायाः स्थानबिम्बयोर्नाडीवृत्तेऽवस्थितिकालयोरन्तरं कियदित्यस्य साधनं प्रस्तुतीक्रियते । सूर्यसिद्धान्ते कृत्तिकाया उत्तरः शरोंऽशपञ्चकमितः (५°) पठितः । अतः क्रान्तिवृत्तीयकृत्तिकास्थानं यादृशि क्रान्तिपाते नाडी-वृत्तोंऽशपञ्चकमितं दक्षिणं स्यात्तादृशि क्रान्तिपाते दृश्यकृत्तिकातारापुञ्जस्य नाडीवृत्त एवावस्थितिः स्यात् । ततो हि कृत्तिकायाः क्रान्तिवृत्तीयस्थान-तस्तादृशक्रान्तिपातं यावत् क्रान्तिवृत्ते यदन्तरमंशात्मकं तदवलीढायनचलनकालः कृत्तिकायाः स्थानीयक्रान्तिपातसमुद्गतकालेन संयोजितः सन् दृश्यकृत्तिकातारापुञ्जस्य भूपृष्ठनिष्ठे सर्वस्मिन् प्रदेशे समकालमेव पूर्वबिन्दावुदयनिर्देशको भवितुमर्हति । "एता ह वै प्राच्यै दिशो न च्यवन्ते" इति ब्राह्मणोक्तिश्च तेनैव कालेन सङ्गतो भवति ।

गोलप्रपञ्चनिष्णातानां शेमुषीजुषां स्पष्टमेतद्यन्नाडीवृत्तमधिश्रयति, कृत्तिका-तारापुञ्जे एकं गोलीयं समकोणत्र्यस्रमुत्पद्यते । तत्र कृत्तिकायोगतारकातस्तात्कालिक-क्रान्तिपातं यावत् कर्णरूपो नाडीवृत्तीयचापांश एको भुजः । कृत्तिकायोगताराताः क्रान्तिवृत्तं यावत् कदम्बप्रोते शराभिन्नकोटिरूपो द्वितीयो भुजः । क्रान्तिवृत्तीयकृत्तिका-स्थानतः क्रान्तिपातं यावद् भुजरूपः क्रान्तिवृत्ते तृतीयो भुजः । अत्र ज्ञातावयव-कोटिरूपः शरः प्रथमः, नाडीक्रान्तिवृत्तोत्पन्नकोणः परमक्रान्तिरूपो द्वितीयः, शर-क्रान्तिवृत्ताभ्यामुत्पन्नो नवत्यंशकोणरूपस्तृतीयः । इमे ज्ञेयपदार्थाः । कृत्तिकास्थानतः क्रान्तिपातं यावद् भुजरूपः क्रान्तिवृत्तीयचापांशाः । अतश्चापीयत्रिकोणगणितस्य त्रिसक्तावयवगणितप्रक्रियया—

$$\because \text{त्रि} \times \text{क्रा० वृ० भुजज्या} = \text{परमक्रां० कोस्प} \times \text{शरस्प}$$

$$\therefore \text{क्रा० वृ० भुजज्या} = \frac{\text{परमक्रा० कोस्प} \times \text{शरस्प}}{\text{त्रि}} \text{।}$$

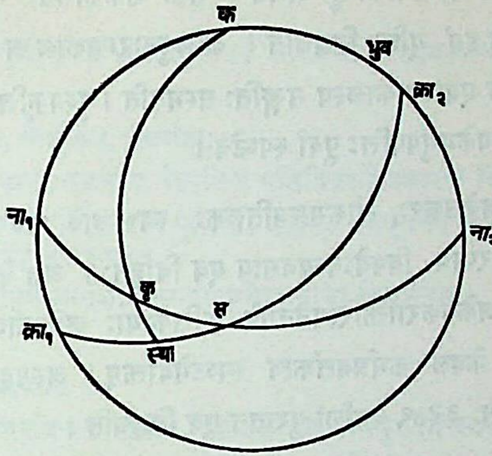
परमक्रांको = ६६° कृत्तिकाशरांशाः ५° । तेन —

$$\text{लघु० १० भुज्या} = \underline{\text{ल}_{१०}\ \text{स्प ६६}^{\circ} + \text{ल}_{१०}\ \text{५०} - \text{१०}}$$

$$\text{अत्र त्रिज्या} = \text{१०}^{\text{१०}},\quad \text{ल}_{१०}\ \text{त्रि} = \text{१०}$$

अङ्कग्रहणेन—

$$\text{ल० भु०} = \text{१०.३५१४१७७} + \text{८.९४१९५१८} - \text{१०}$$
$$= \text{१९.२९३३६८७} - \text{१०} = \text{९ २९३३६८७}$$



क्षेत्रदर्शनम्—१

अस्य चापांशाः ११° । २०′=६८०′ कलाः । अतो निर्धारितमिदं यत् क्रान्तिवृत्तीयकृत्तिकाभोगे विद्यमानक्रान्तिपाततः १०° । २०′ मिते प्राक्तने क्रान्तिपाते दृश्यकृत्तिकापुञ्जस्य नाडीवृत्तेऽवस्थितिरासीत् । ततोऽधुनातनक्रान्तिपाततः सद्यः साधितकृत्तिकाकालिकक्रान्तिपातस्यांशात्मकमन्तरं साधयित्वायनचलनगणितसारण्या तस्य कालः साध्यते ।

सूर्यसिद्धान्ते कृत्तिकाया भोगः पञ्चषष्टिः दशाहतः ६५×१०=६५०′, अतीतनक्षत्रयोरश्विनीभरण्योर्भोगेन १६००′ कलाभिर्युतः कृत्तिकाताराभोगः ६५०′ +१६००′=२२५०′ पूर्वसाधितकृत्तिकास्थानबिम्बान्तरकलाभिः ६८०′ सम्पृक्तः २२५०+६८०′=२९३०′ मितः । वर्तमान- २०१६′ संवत्सरेऽयनांशाः=२३° । १०′५३″=१३९०′ । ५३″ । अनेन युतोऽश्विनोकृत्तिकाक्रान्तिपातान्तरालराशिः २९३०′+१३९०′ । ५३″=४३२०′ । ५३″ । एतदेव तैत्तिरोयब्राह्मणोक्तदृश्यकृत्तिकातारापुञ्जकालिकक्रान्तिपाततो वर्तमानक्रान्तिपातं यावत् क्रान्तिवृत्तीयान्तरम् । वार्षिकायनगतिः=५०.″ २३५७ विकलाः । अनया भक्ते पूर्वराशौ – ५१६०.४८ मितवर्षसंख्या समुपलभ्यते ।

अतः प्रमाणितमिदं यद् "एता ह वै प्राच्यै दिशो न च्यवन्ते" इति तैत्तिरीयब्राह्मणोदितं ५१६० सम्मितवर्षसंख्याककालमर्यादातोऽन्यूनकालावधिकमेव । ततोऽस्य-

धिकतरं चिरन्तनं कालं वा समाक्रान्तुं क्षमते। अतः शककालतो नन्दाद्रिदस्राग्नि-३२७९ वर्षाणामानयने इयं युक्तिः सिद्ध्यति। कलियुगारम्भकालं च वर्षाणां शतेनातिशेते। तेन द्वापरान्त एवास्य कालस्य सङ्गतिः सम्भवति। दृश्यकृत्तिकायाः प्राच्यामुदयनिदर्शककालविषयकेयमुपपत्तिः पूर्वां स्पष्टैव।

वेङ्कटेशदत्तराजकेतकरः, लोकमान्यतिलकः, स्व० म० म० पं० सुधाकर-द्विवेदिप्रभृतिभिराचार्यैरप्यत्र विषयेऽनध्यवसाय एव विहितः। अत्र केतकीग्रहगणित-परिमलभाष्ये दत्तराजकेतकरोक्तिरित्यनेनापि कृत्तिकायाः कृत्तिकाशकपू० २४२८ कालात् परम्परागतं केवलं कर्मप्रवर्त्तकत्वं स्पष्टमेवोक्तम्। अस्मद्गणितविधानेन कालोऽयं शकाब्दारम्भतः ३२७९ वर्षाणां पुरातन एव सिद्ध्यति।

अतो ज्योतिषस्य सिद्धान्तस्कन्धैकदेशभूतस्य सूर्यग्रहणस्य पुरातनाधुनातन-पद्धत्या विवेचनमेवास्माकं **'विद्यावारिधि'**-समाख्योपाधिपरीक्षायाः परीक्ष्य-विषयत्वेन निर्धारितं विद्यते। ततोऽस्यैव विश्लेषणमत्र प्रस्तूयते।

विदुषामाश्रवः

कृष्णचन्द्रद्विवेदी

विषयानुक्रमणिका

सूर्यग्रहणम्

॥ अथ प्रथमोऽध्यायः ॥

स्वाकृष्टिशक्त्या परितः स्वमेव
प्रादीपयन् भ्रामयतीह खेटान् ।
जीवांश्च तत्रापि सृजत्यजस्रं
श्रेयः सदाऽसौ तनुताद्दिनेशः ॥

आकाशे दृग्गोचरीभूयमानासु घटनासु सर्वतोऽभ्यधिकं विस्मयाधायकं कूतूहलोत्पादकं च रविचन्द्रयोर्ग्रहणमेव । चक्षुष्मान् कोऽपि प्राण्येतदभिमुखमावर्जनमन्तरेण स्थातुं न प्रभवति । यदा कदा त्विदं भयावहमपि प्रतीयते । जगतः प्रकाशदात्रोः सूर्याचन्द्रमसोरकस्मादेतादृशं परिवर्तनं यदर्थं प्राणिनिवहः पूर्वतः सावधानो न भवेत्, भयविस्मययोर्हेतुतया पर्यवसितं भवितुमर्हत्येव । तनुकं (क्षणं) स्मरन्तु भवन्तस्तदानीन्तनानां मानवानां मनःस्थितिं ये किल सर्वप्रथमं प्रदीप्तकरजालैर्देदीप्यमानेन भास्वता चकाशितस्य नभसः सहसा तारासंकुलितत्वं सकलकलस्य पौर्णमासी-चन्द्रमसोरकस्मात् कान्तिराहित्येन चन्द्रिकाचर्चिताया राकायास्तमिस्रासंवलितत्वं दर्शितवन्तो भवेयुः । येषां च किलास्या घटनायाः कारणस्य लेशमात्रमपि ज्ञानं नासीत् । इदानीमपि यदा वयं विषयेऽस्मिन् सर्वांशेनाधीतिनः स्मः सर्वग्राससूर्यग्रहणवेलायां चन्द्रच्छायायामस्माकमाकस्मिकः प्रवेशोऽस्मान् भावयत्येव, वेदकाले पूर्णं सूर्यग्रहणं समवलोक्य मानवाः किमन्वभूवन् ? अस्य कारणं किमाकारकं समवगतमकुर्वत् ? इदम् ऋग्वेदस्य निम्ननिर्दिष्टमन्त्रे समवलोकनीयम्—

यत् त्वा सूर्य स्वर्भानुस्तमसाविध्यदासुरः ।
अक्षेत्रविद्यथा मुग्धो भुवनान्यदीधयुः ॥
स्वर्भानोरध यदिन्द्र माया अवो दिवो वर्तमाना अवाहन् ।
गूळ्हं सूर्यं तमसाऽपव्रतेन तुरीयेण ब्रह्मणाऽविन्दवत्रिः ॥
(ऋ० मं० ५ सू० ४० मन्त्रः ५-६) ।

अस्यार्थः — हे सूर्य ! यदा आसुरः=असुरपुत्रः, स्वर्भानुः=राहुः, त्वा=त्वाम्, तमसा=अन्धकारेण, अविध्यत्=आच्छादयत्, तदा भुवनानि=लोकाः, मुग्धाः=प्रज्ञाविरहिताः, अक्षेत्रविद्यथा = स्वस्थानापरिचिता इव, अदीधयुः = अदर्शिषत ।

हे इन्द्र ! यदा त्वम् अवो दिवो सूर्यस्याधस्ताद् वर्तमानां विस्तीर्णां स्वर्भानोः = राहोर्मायाम् = अन्धकारम् अवाहन् = उत्सादितवान्, तदा अपव्रतेन = बाधकेन तमसा = अन्धकारेण गूल्हं प्रकाशदानरूपकार्यविरहितं सूर्यं तुरीयेण = चतुर्थेण ब्रह्मणा मन्त्रेण, अत्रिरविन्दत् = अलभत् । एतेन स्पष्टीभवति यद् वैदिककाले इदमवबुध्यते स्म यद् ग्रहणस्य कारणं सूर्यचन्द्रमसोस्तमसाच्छादनमेवेदं तमश्च तयोरुपरि राहुनामकोऽसुरो निक्षिपति, तेनानयोः प्रकाशो विनाशमुपयाति । तदा तौ संसाराय प्रकाशसमर्पणात्मकं स्वकार्यं विधातुमक्षमौ स्याताम् । सायणभाष्यानुसारिव्याख्यानेनानुप्राणितोऽयमर्थः । अस्यान्यत्र वैज्ञानिकोऽर्थो द्रष्टव्यः । एतौ ग्रहावस्मादुपप्लवाद् मोचयितुमिन्द्रस्तस्यासुरस्यान्धकारात्मिकां मायां समुत्सादयति । वेदमन्त्रैः सम्प्रार्थनमप्यस्मिन् कृत्ये साहाय्यमाचरति, अत्राष्टममन्त्र इदमपि विज्ञापितं यत्–अत्रिः सोमलतां कुट्टयितुमस्मिन् ग्रहणकाले पाषाणान् समचिनोत् । अनेन सोमरसेनेन्द्रस्य बलं लभ्यते । यतो हि देवाः सोमरसं पीत्वा निरतिशयकार्यक्षमा भवन्ति । ग्रहणसमये होमजपदानस्नानादीनां यन्महत्त्वं प्रतिपादितं तस्य सर्वस्य मूलभूता वैदिकयुगस्येयमवधारणैव । भारतवर्षे ग्रहणस्य वास्तविकं कारणं वर्षाणां सहस्रेभ्यः प्रागेव सम्यग् ज्ञातमासीत् । अत्र पुरातनज्योतिषसिद्धान्तग्रन्था एव प्रमाणम् । किन्तु वैदिककालिकग्रहणकारणभूतो राहुस्तेषु ग्रन्थेषु महता कौशलेन ग्रहणस्योपकरणेष्वेव लब्धप्रतिष्ठः कृतः । इदमग्रे विज्ञापयिष्यते । ग्रहणस्वरूपविवेचनादर्वाक् किमस्य प्रयोजनमित्युपस्थाप्यते ।

ग्रहणस्य प्रयोजनमत्र त्रेधा विद्यते । प्रथमं धार्मिकम्, द्वितीयं लोकेषु चमत्कृतिः, तृतीयं च रविचन्द्रबिम्बयोर्भौतिकं रासायनिकं गवेषणम् ।

पूर्वत एव ज्योतिर्विन्निर्दिष्टसमयानुसारेण ग्रहणस्य स्वरूपस्थित्योः सम्पन्नत्वं लोकेषु चमत्काराधायकं भवत्येव । इदमेव द्वितीयं प्रयोजनम् । सूर्यस्य पूर्णग्रहणकाल एव वैज्ञानिकैः सूर्यप्रभूतानां ज्वालानां रश्मीनां च त्रिपार्श्वकाचकै रक्तपीतादिसप्तवर्णमण्डलस्य तत्प्रभवद्रव्यस्य चाविष्कृतिर्विहिता । तृतीयं प्रयोजनं चैतदेव ।

अतः परं ग्रहणस्वरूपं विविच्यते । ग्रहणशब्दस्योपादानमर्थः । चन्द्रग्रहणे हि भूच्छाया चन्द्रमसमुपादत्ते गृह्णाति वा । शब्दान्तरेणेदमुक्तं भवति यच्चन्द्रो भूच्छायां प्रविशति, सूर्यग्रहणे चन्द्रः सूर्यं गृह्णाति, अथवा स्वपिण्डेन रविं तिरोधापयति । अनेनैव हेतुना घटनेयं ग्रहणपदवाच्या भवति । ग्रहणमुपराग उपप्लव इमे पर्यायवाचिनः शब्दाः । ग्रहणाभिधाकाशीया घटना भूचन्द्ररविभिस्त्रिभिरेव सम्बद्धा विद्यते । अतोऽत्र तेषां त्रयाणां पारस्परिकसम्बन्धाधायिका चर्चा नितरामावश्यकी । सूर्यः सौरमण्डले सर्वेभ्यो महत्तमो ग्रहः । अस्माकं भूरपि सौरपरिवारस्यैव सदस्यभूता

विद्यते। प्राचां मते व्यवहारप्रवर्तनायां वा रविचन्द्रावुभावपि भुवः समन्तात् परिभ्रमतः।

भूचन्द्रमसावुभावपि प्रकाशहीनौ विद्येते। अनयोरुपरि यदा समन्ततो मार्तण्डमरीचयो निपतन्ति, तदा तौ रविमरीचिदिशि प्रकाशितौ भवतः। रवेः पिण्डो भूपिण्डस्य ३२९३९० गुणो विद्यते। भूकेन्द्रतोऽस्य विप्रकर्षश्च ९२९००००० मीलात्मको विद्यते। चन्द्रो पृथ्वीतः २३८७०० मीलात्मकदूरत्वभाक्। अतस्ततोऽतीव-सन्निकृष्ट इति। रविकिरणा भूचन्द्रयोरर्धाधिकं भागं प्रकाशयन्तीति गोलयुक्त्या सिद्धमेव। यतो ह्यनयोर्बिम्बे रविबिम्बतोऽतितरां लघीयस्यौ विद्येते। उक्तञ्च कमलाकरेण—

ये च नीरमया गोलास्तेजोगोलाद्विवस्वतः।
स्वल्पाः स्युः सर्वे तद्गोले शौक्ल्यमर्धाधिकं भवेत् ॥३६॥

यदा वयं पृथिव्या रविकिरणविद्योतिते भागे तिष्ठामः, तदा दिनं भवति। यदा च तस्या अप्रकाशिते भागे विद्यमानाः स्मः, तदा रात्रिर्भवतीति। पृथ्वीतरेषां ग्रहाणामपीयमेव स्थितिरवधारणीया।

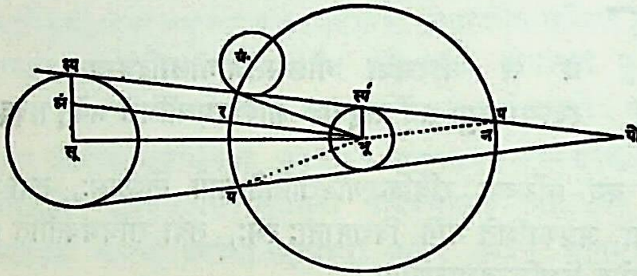
वयमवलोकयामो यदाकाशदीपस्योल्काया वा प्रकाशो यदा कस्मिन्नपि वस्तुन्येकपक्षतो निपतति, तदान्यत एका प्रलम्बाकृतिश्च छाया तमःपुञ्जो वा विस्तारमुपगच्छन्नवतिष्ठते तदाकृतिरपि तस्य वस्तुनः प्रकाशितभागसीमानुरूपैव भवति। तदीयदैर्घ्यं च प्रकाशकद्रव्यस्य प्रकाशदानतारतम्यानुसारि भवति। प्रकाशकद्रव्यं प्रकाशितद्रव्यतो यदि महत्तरं तदा तदीयोत्पन्ना छायोत्तरोत्तरं लघीयसी सम्पद्यमाना भविष्यति। यदा च प्रकाशकद्रव्यं प्रकाशितद्रव्याद् लघीयस्तदा तदुत्था च्छाया क्रमतो महीयसी सम्पद्यमाना भविष्यतीति प्रत्यक्षसिद्धम्।

भूचन्द्रविषयेऽप्ययमर्थः संघटते। अनयोरुभयोरप्यप्रकाशितभागाभिमुखमेका दीर्घतमा छायाऽऽकाशे भ्रमन्ती तिष्ठति। भूचन्द्रावुभावपि गोलाकारौ स्तः। अतो महत्तमसूर्यबिम्बतो लघुतमयोरनयोः प्रकाशितयोः छाया प्रकाशितभागान्यदिशि गोलाकारोत्तरोत्तरं तनीयसी सम्पद्यमाना सूच्याकाराऽऽकाशे भ्रमन्त्यवतिष्ठत एव। भूरपि चन्द्रतोऽतितरां महीयसी, चन्द्रश्च तत एतावन्न्यूनदूरत्वभाग् यत् सूर्यतो जायमाना भूच्छाया दैर्घ्यं चन्द्रभ्रमणमार्गमतिक्रम्याकाशे सुदूरमग्रे गच्छति। यथोक्तं भास्करेण—

भानोर्बिम्बपृथुत्वादपृथुपृथिव्याः प्रभा हि सूच्यग्रा।
दीर्घतया शशिकक्षामतीत्य दूरं बहिर्याता ॥

भूच्छायेव सूर्यतो जायमाना चन्द्रच्छायाप्याकाशे परिभ्रमति। अस्या आकृतिरपि भूच्छाया समानैवाभिहितचरं यच्चन्द्रः पृथ्वीतोऽपि लघीयान्। अतस्तदुत्था च्छायाऽऽकाशेऽतितरां लघुतमा भवति। किं बहुना, यदा कदाचिच्चन्द्रोऽतीवोच्छ्रितिभाग्भवति तदा तच्छाया भूचन्द्रयोरन्तरालतोऽपि लघीयसी भवति।

एतादृश्याश्चन्द्रच्छायायाः सद्भावे यदा सूर्यग्रहणं सम्पद्यते, तदा सूर्यबिम्बस्य मध्यवर्त्तिभागः पिधीयते समन्ततः, अवशिष्टः प्रकाशितभागश्च कङ्कणाकृतिर्जायते।



चित्रम् २

इयमेव चन्द्रच्छाया यदा भूपृष्ठोपरि निपतति तदा तदीयो यो भागस्तस्या अध्वनि निपतति, तावति प्रदेशे सूर्यग्रहणं भवति। अत्रायमाशयः — यदस्मच्चक्षुःसूर्ययोरन्तराले यदा चन्द्रः समापतति तदा रविश्चन्द्रमसा तथैव पिहितो भवति, यथा स मेघैः पिधीयते। सिद्धान्तशिरोमणौ भास्करेण सूर्यग्रहणमधिकृत्येत्थमेवौपमितं विद्यते। तद्यथा—

पश्चाद् भागाज्जलदवदधः संस्थितोऽभ्येत्य चन्द्रो
भानोर्बिम्बं स्फुरदसितया छादयत्यात्ममूर्त्या।
पश्चात् स्पर्शो हरिदिशि ततो मुक्तिरस्यात एव
क्वापि च्छन्नः क्वचिदपिहितो नैष कक्षान्तरत्वात्॥ १॥
(सि० शि० गो० ग्र० वा०)

एतावता विवेचनेन रविचन्द्रयोर्ग्रहणकारणन्त्ववगतमेव। किन्तु ते ग्रहणे कदा सम्पद्येते विमर्शोऽयमावश्यकः। तत्रास्माकं निबन्धविषयबहिर्भूतत्वाच्चन्द्रग्रहणमत्र न प्रस्तूयते। अपि च **सूर्यग्रहणमेवाधिकृत्य** विवेचनं प्रस्तूयते। पूर्वं कथितं यच्चन्द्रो रविणैव प्रकाशितो भवति। अत्रार्थं उक्तं च वराहमिहिरेण—

सलिलमये शशिनि रवेर्दीधितयो मूर्च्छिता तमो नैशम् ।
क्षपयन्ति दर्पणोदरनिहिता इव मन्दिरस्यान्तः ॥

इदमुक्तं भवति यत्—जलमयचन्द्रगोलके निपतिता उष्णमरीचिमालिनो मरीचयः परावृत्य रात्रेस्तमो निरस्य तथैवं भूतलं प्रकाशयन्ति यथा दर्पणोदरे निपतितास्ते मन्दिराभ्यन्तरं प्रविश्य तमो निरस्यन्ति। अनेनैव हेतुना यदा चन्द्रो भूसूर्ययोरन्तराले समुपस्थितो भवति, तदा रविरश्मिभिः प्रकाशितस्तस्य बिम्बप्रदेशः सूर्याभिमुखं तिष्ठति। तस्मादेव भूपृष्ठनिवासिनो वयं तदीयं प्रकाशितं भागं न निरीक्षितुं प्रभवामः। इयं स्थितिरस्माभिरमावस्येति व्यपदिश्यते। अमावस्याया अर्थः सहावस्थानम्, अमा सह वर्तेते चन्द्रार्कौ यस्यां साऽमावस्या तिथिः, 'अमावस्यादन्यतरस्यामिति' पाणिनीयसूत्रेण तन्निष्पत्तिः। अस्यां तिथौ सूर्येण सह चन्द्रमसोऽवस्थितेर्हेतुना तयोर्भूकेन्द्रदृश्यं कोणीयमन्तरं शून्यं भवति।

अस्यां तिथौ यदा पूर्वोक्ता सूर्यत उत्पन्ना चन्द्रच्छाया भूपृष्ठेन सह संयोगमेति तदा सूर्यग्रहणं भवति। अत्र प्रश्नोऽयं समुत्थितो भवति यत् प्रत्येकस्याममावस्यायां सा चन्द्रच्छाया भूपृष्ठेन सह कथं न सम्पर्कमवाप्नोति। अत्रायं हेतुर्यद् रविचन्द्रयोर्भ्रमणमार्गौ भिन्नभिन्नधरातलाश्रितौ। चन्द्रमा यस्मिन् मार्गे भ्रमति, तदीयं धरातलं भुवः सूर्यस्य वा भ्रमणमार्गेण क्रान्तिवृत्त-(EGLIPTIC) धरातलेन सह[1] नवकलाधिक ५° पञ्चांशमितं कोणमुत्पादयन् प्रावण्यमुपगच्छति। यद्यनयोर्धरातलयोः प्रावण्यं नोपलब्धमभविष्यत् तदा प्रत्येकस्याममावस्यायां पूर्णं सूर्यग्रहणमवश्यमेवाभविष्यत्।

क्रान्तिवृत्तचन्द्रभ्रमणमार्गधरातलयोः सम्पात आकाशे ययोर्द्वयोर्बिन्द्वोरुपर्युपलभ्यते, तौ चन्द्रपाताविति व्यपदिश्येते। पाताविमौ शश्वच्चन्द्रभ्रमणदिशो विलोमदिश्येव भ्रमतः। इदमुक्तं भवति यच्चन्द्रः पश्चिमतः पूर्वस्यां प्रचलन् उपलभ्यते, तदा पातौ पूर्वतो प्रतीच्यां स्रंसमानाववलोक्येते। अस्माकं पञ्चाङ्गेष्विमावेव पातौ राहुकेतुव्यपदेशाभ्यामुल्लिखितौ वर्तेते उल्लिख्येते च। अनयोरौत्तरः पातो राहुरिति व्यपदिश्यते। दक्षिणश्च केतुरिति। इमौ पातावेव ग्रहणस्य प्रधानकारण-

---

१. अत्रेत्थमवगन्तव्यं यदि नाडीक्रान्तिवृत्तयोर्प्रावण्यमर्याद् भुवः स्वधुर्यां प्रावण्यं २३½° अंशमितं नाभविष्यत् तदा भूपृष्ठे सर्वत्रैव दिनरात्र्योस्तुल्यत्वं भविष्यदेव तथैव रविचन्द्रयोर्भ्रमणमार्गयोः परस्परं प्रावण्यं न भवेत्तदा प्रत्येकस्यां पूर्णिमायां चन्द्रग्रहणं प्रत्येकस्याममावस्यायां रविग्रहणं चावश्यमेव भविष्यतः।

तामुपेतौ स्तः। अनयोः राहुकेतुनामनी समर्प्य वेदोक्तग्रहणकारणीभूतराहुकेतु-मर्यादाक्षुण्णतया संरक्षिता विद्यते। अनयोः पातयोः पश्चिमाभिमुखी गती प्रत्यह-मेकादशविकलाधिकं त्रिकलात्मिका सम्पद्यते।

यदा किलानयोः पातयोरुपर्यासन्ने वाऽमावस्या सम्पद्यते तदा सूर्यचन्द्रभुव एकस्यामेव सरलरेखायां समधिष्ठिता भवन्ति। यतो हि तस्मिन् काले सूर्यचन्द्रयोः भ्रमणपथधरातलयोर्योगरेखायामेव सूर्य-चन्द्र-भुव इमे त्रयोऽपि सन्निहिता भवन्ति। परिणामत एतादृश्याममावस्यायां सूर्यतः समुत्पन्ना चन्द्रच्छाया भुवि निपतत्येव, येन सूर्यग्रहणमवश्यमेव सम्पद्यते।

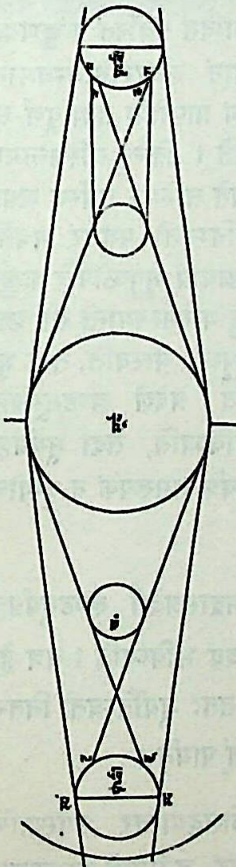
आकाशे रविचन्द्रयोर्गतिः पश्चिमतो पूर्वस्यां भवति, चन्द्रः सूर्यस्यापेक्षया नितरां द्रुततरगमनशीलः, तेन चन्द्रः पश्चिमतः प्रचलन् रविं गृह्णाति। अनेनैव कारणेन चन्द्रेण पश्चिमदिक्त एव रवेः पिधानं भवति। ततो पूर्वनिर्दिष्टरविचन्द्र-भ्रमणवृत्तयोः सम्पातबिन्द्वासन्ने सञ्जातायाममायामेव चन्द्रस्याधोमुखच्छायाया मार्गे निपतितानां भूपृष्ठनिवासिनां कृते सूर्यश्चन्द्रेण तिरोहितो दृग्गोचरो भविष्यति। अतो हि चन्द्रेण सूर्याच्छादनमेव रविग्रहणमिति पर्यवसन्नम्।

ग्रहणकारणावगमानन्तरं कदा ग्रहणसम्भावना भवतीति प्रश्नः समुत्तिष्ठति। केन कारणेन कदाचित् खण्डसूर्यग्रहणं भवति? कदाचिच्च पूर्णं सूर्यग्रहणं कथं चन्द्रग्रहणं भूपृष्ठावच्छिन्नरात्रिमर्यादामधिकृत्य सर्वत्रैव समानरूपेण दृग्गोचरी-भवति? कथं वा सूर्यग्रहणं भूपृष्ठनिष्ठप्रदेशेषु सर्वत्र नैकविधं दृग्गोचरतां याति? कथं वा तद्भूतलसन्निहितदिवसमर्यादामभिव्याप्य सर्वत्रैव न दृग्विषयतां याति?

उपरि प्रतिपादितचरमेतद् यच्चन्द्रसूर्यभ्रमणमार्गयोः प्रावण्यं ९′ नवकला-धिकपञ्चांशमितं विद्यते ५°/९′ तयोः सम्पातौ च षड्राश्यन्तरितौ स्तः १८०°। अतो यदाऽमावस्या राहुकेतुबिन्द्वोर्नवत्यंशान्तरे सम्पद्यते, तदा सूर्यतः समुत्पन्ना चन्द्रच्छाया क्रान्तिवृत्तेन सह ५°/९′ पञ्चांशमितं नवकलाधिकं कोणमुत्पादयन्ती परमान्तरे तिष्ठति, तेन भुवा सह तस्याः सम्पर्को नोपजायते। तत आरभ्य राहुकेतु-बिन्दुसन्निकर्षमापन्नास्वमावस्यासु तद्दूरत्वं ह्रसितुमुपक्रमते। एवं यदा राहुकेतु-बिन्द्वोः सञ्जातायाममायामेष विप्रकर्षः शून्यतामुपयाति, यदि च रविचन्द्रयोर्बिम्बे अतिमात्रह्रसिष्टे अपि स्यातां तदा पातयोरुपरि जायमानायाममायां रविग्रहण-मवश्यम्भावि स्यादेव। किन्तु रविचन्द्रयोर्बिम्बे चन्द्रकक्षायामधिकतरं स्थानमाक्राम्यतः, परिणामतो राहुकेतुबिन्द्वोरतिविप्रकृष्टे सम्भूतायाममायामेव चन्द्रबिम्बेन सार्धं

रविबिम्बं सम्पृच्यते । एतादृशस्य सम्पर्कस्य कृते चन्द्रकक्षायां तयोराधारभूतधरातलयोरन्तराले रविचन्द्रबिम्बार्धयोगतुल्यमन्तरमपेक्षितं भवति । एतावदन्तरं क्रान्तिवृत्ते सम्पातबिन्दुतः १२.°९′—त्रयोदशांशासन्नं भवति । अत एव पातबिन्दुतः प्राक् पश्चाद्वा त्रयोदशांशमितेऽन्तरे याऽमावस्या सम्पद्यते तत्र ग्रहणसम्भवोऽवगन्तव्यः । अत उक्तं भास्करेण—

संपातसूर्यस्य भुजांशका यदा
मनूनका स्युर्ग्रहणस्य सम्भवः ॥



चित्रम् १

अर्थादमान्तकाले यदा संपातसूर्यस्य भुजाशंकाश्चतुर्दशांशेभ्य ऊनास्तदा ग्रहणसम्भव इति चन्द्रग्रहणे । किन्तु सूर्यग्रहण इदमन्तरं नो स्थैर्यमापन्नं विद्यते । अस्य न्यूनतमः सीमा ९°/५′ सार्धनवांशमितः । महत्तमश्च सार्धाष्टादशमितः १८°/५, अस्य विवेचनं पुरः करिष्यते ।

विवेचनेनानेनेदं निष्क्रष्यते यदमान्तकाले राहुकेतुसंज्ञकाभ्यां पाताभ्यां रविबिम्बकेन्द्रान्तरं यथा यथा रवेर्ग्रहणसम्भवसूचकान्तरांशतो न्यूनतां व्रजिष्यति तथा तथा रविबिम्बस्याधिकाधिको भागश्चन्द्रबिम्बेन सह सम्पर्कं भजिष्यति । अतोऽमान्तकाले रविबिम्बस्य यावान् प्रदेशश्चन्द्रबिम्बेन पिहितो भविष्यति, तावानेव ग्रासो भविष्यति । एवं तस्मिन् समये यदा सम्पूर्णं रविबिम्बं चन्द्रबिम्बेनाच्छादितं भविष्यति तदा **पूर्णं रविग्रहणम्** । यदा च पूर्णग्राससमये चन्द्रबिम्बस्य कतिपयांशैरवशिष्टो भविष्यति, तदा तस्य **खग्राससंज्ञा** भविष्यति । यदा च चन्द्रेण रविबिम्बस्य स्वल्प एवांश आच्छन्नो भविष्यति, तदा **खण्डरविग्रहणं भविष्यति** । यदा चामान्तकाले ग्रहणसमये चन्द्रबिम्बं रविबिम्बतो लघीयो भविष्यति, तदा पूर्णग्रहणसमये रविबिम्बस्य मध्यो भागश्चन्द्रेण पिहितो भविष्यति । अवशिष्टो भागश्च चन्द्रबिम्बस्य समन्ततः कङ्कणाकृतिप्रकाशं

व्रजिष्यति। एतादृशं ग्रहणं **कङ्कणग्रहणमिति** व्यपदिश्यते। एषां ग्रहणानां कारणं पूर्वं विवेचितमप्यधुना विशेषेण प्रतिपाद्यते।

पूर्वमभिहितमिदं यत् सूर्यतो प्रादुर्भूता चन्द्रमसो बिम्बजा दीर्घतमा गोलकृतिरुत्तरोत्तरं तनीयसी सम्पद्यमानाच्छाया सत्याकाशे भ्रमति। यदि कोऽपि व्यक्तिस्तस्याश्छायाया अग्रभागे स्थितो भवेत्तदा स सर्वदा रविग्रहणमवलोकयिष्यति। यदा कदाचित् सा छायैतावती लघीयसी भवति यतस्तस्या अग्रभागः पृथ्वीत उपरि एव संस्थितो भवति। एतादृशी छाया यदा भुवोऽभिमुखं समुपतिष्ठते, तदा यदि सम्पूर्णं रविग्रहणं सम्पद्यते चेत्तदा सूर्यबिम्बं मध्ये चन्द्रबिम्बेनाच्छादितं पूर्वोक्तं कङ्कणग्रहणं जनयति। यतो हि तस्मिन् काले छादकस्य चन्द्रबिम्बस्य मानं छाद्यरविबिम्बमानतो लघुतरं भवति। यदा च चन्द्रच्छायाग्रममान्तकाले पृष्ठभागं प्राप्नोति तदा पूर्णं सूर्यग्रहणं भवति। यतो हि तदा रविचन्द्रबिम्बयोः साम्यं जायते। किन्तु यस्मिन्नमान्ते चन्द्रच्छायाया दैर्घ्यं भूपृष्ठतश्चन्द्रविप्रकर्षाद् दीर्घतरं सञ्जायते तस्मिन् सूर्यस्य खग्रासग्रहणं भवति। यतो हि तदा छादकचन्द्रबिम्बमानं सूर्यबिम्बतो पृथुतरं भवति। किन्त्विमाः स्थितयस्तदैव सम्भवन्ति यदाऽमान्तकाले चन्द्रच्छायाग्रं भूपृष्ठोपरि कङ्कणपूर्णं खग्रासग्रहणानामध्वनि निर्मातुं प्रभविष्यति। किन्तु यस्मिन्नमान्ते सा छाया भूकेन्द्राभिमुखं सुतरां न भविष्यति, किन्तु स्वल्पमेव भूपृष्ठं भेत्स्यति, तदा भुवो यावान् प्रदेशस्तया चन्द्रच्छायया सम्पर्कमेष्यति, तावति प्रदेशे खण्डसूर्यग्रहणं भविष्यति। यदा च चन्द्रच्छायासम्पर्को भुवा सह न भविष्यति, तदा सूर्यग्रहणं न भविष्यति। चन्द्रग्रहणवत् सूर्यग्रहणं भूपृष्ठनिष्ठप्रदेशेषु सर्वत्र समरूपकं न दृग्गोचरं भवति।

यदा किल काश्यां पूर्णं सूर्यग्रहणं भवति, तदा मद्रासप्रदेशे खण्डसूर्यग्रहणं दृश्यं भविष्यतीति। तथा चास्ट्रेलियामहाद्वीपे ग्रहणं नैव दृश्यं भविष्यति। अत्र हेतुभूतं तु सूर्यबिम्बं स्वबिम्बेन पिधायकस्य छादकस्य चन्द्रस्य ततः सूर्यबिम्बतो नितरामधो विद्यमानत्वमेव। इदमेकेनोदाहरणेन सम्यक्तया बोधयितुं पार्यते।

कल्प्यतां क्रोशप्रमितव्यासकमेकं कन्दुकमाकाशे क्रोशद्वयान्तर उपस्थापितं विद्यते, ततः सूर्यतः समुत्पन्ना तस्या गोलाकृतिश्छायोत्तरोत्तरं तनीयसी सम्पद्यमाना भूपृष्ठोपरि निपतति। गोलकेन्द्रं भूपृष्ठनिष्ठस्य यस्य पुरुषस्य कृते खमध्ये भविष्यति, तत्र यदि सूर्योऽपि तस्य खस्वस्तिकरेखायां समुपतिष्ठेत्, तदा तस्य पुरुषस्य कृते कन्दुकच्छायायां निपतितानामन्येषां पुरुषाणां कृतेऽपि सूर्यो दृग्गोचरो न भविष्यतीति। किन्तु छायातो बहिर्गतानां सर्वेषां पुरुषाणां कृते रविस्तिरोहितं न भविष्यति।

तस्मिन्नेव काले छायाप्रान्तेऽवस्थितानां प्राणिनां कृते रविबिम्बस्य कतिपयभागश्छिन्न-मिवावलोकयिष्यते। सूर्यग्रहणे कन्दुकस्थाने चन्द्रमा अवगन्तव्यः।

एकस्मिन् वर्षे ग्रहणानामधिकतमा संख्या ७ सप्त भवितुमर्हति, न्यूनतमा च संख्या द्वावेव। अत्रेदं हेतुभूतं यत् सूर्यग्रहणसीमाक्रान्तिवृत्तश्चन्द्रग्रहणसीम्नो बृहत्तरो भवति। यतो हि भूपरिस्थितानां जनानाममान्तो भूकेन्द्रेऽधिष्ठितस्य पुरुषस्या-मान्ततो भिन्ने भिन्ने समये भवति। अस्य सूक्ष्मतावगाहिविवेचनं पुरो विधास्यते। एवमत्र ग्रहणस्य सामान्यं विवेचनं प्रस्तुतीकृतम्॥

॥ अथ द्वितीयोऽध्यायः ॥

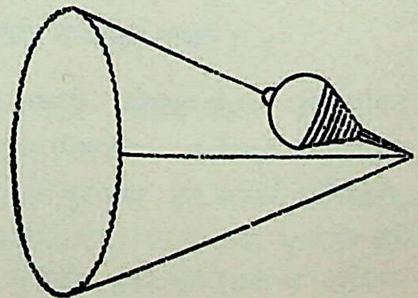
अयनांशविमर्शः

प्रतिपादितचरमिदं यत् क्रान्तिवृत्तनाडीवृत्तसम्पातः क्रान्तिपातो वा स्थिरो नास्ति। स हि रविगतितो विलोमदिशि प्रतीच्यां सदा भ्रमणं करोति। अस्य परिज्ञानं ज्यौतिषिकाणां तदाऽभवद् यदाऽतितरां पुरातनकाले विद्धानां तारकाणां ज्ञातक्रान्तिषु महदन्तरं दृग्गोचरीभवितुमारेभे। किन्तु तेषां तारकाणां शरेषु किञ्चिदप्यन्तरं नोपालभ्यत। अस्य परिवर्तनस्य को हेतुरिति विचारयतां ज्योतिर्विदां झटितीदं बुद्धिगतमभवत्, यत् क्रान्तिपात एव प्रतीच्यां दिशि भ्रमति। तेन न केवलं तारकाणां क्रान्तिष्वेवान्तरं दृष्टमभवत्; किन्तु तेषां विषुवांशेष्वपि तादृगेवान्तरमुपलब्धमासीत्। एषां विषुवांशीयप्रचलनानां गणनया कालद्वये विद्धानां तारकाणां तत्कालोपलब्धविषुवांशयोरन्तरेणेदं निर्धारितं यत् सम्पातस्य वार्षिकी गतिः किं प्रमाणा विद्यते? भारतीयैराचार्यैरिदमन्तरं क्रान्तिवृत्त एव वेधेन ज्ञातम्। तथा च तस्य क्रान्तिवृत्तीयां गतिं ते निर्धारयामासुः।

अयनगतेर्वैज्ञानिकं कारणं सर्वतः प्रथमं न्यूटनेनोपज्ञातम्। तेन हि भ्रमतो लड्डुकस्योदाहरणेनेदं प्रदर्शितं यद् यथा भ्रमन् लड्डुको भूपृष्ठोपरि स्थिरस्तिष्ठति, तथैव सूर्यं परितः क्रान्तिवृत्ते भ्रमन्ती भूरपि स्वाक्षोपरि भ्रमणेन हेतुना लड्डुकस्यैव स्थिरप्रायायां स्थितौ तिष्ठति। किन्तु यथा लड्डुक ईषन्न्यूनगतौ सत्यां भूपृष्ठोपरि लम्बरूपतां विहाय स्वध्रुवयष्ट्या भूपृष्ठसमानान्तरमेकं लघुवृत्तं रचयन् परिभ्रमितुमारभते, तथैवास्माकं भुवो ध्रुवयष्टिरपि स्वपिण्डस्य दैनिकभ्रमणगतौ स्वध्रुवयष्टिमीषन्नम्रीकुर्वती स्वपथे भ्रमति। इदमेव **विधूननम्** Nutation इति कथ्यते।

परिणामतः सा स्वनाडीवृत्तीयधरातलस्य क्रान्तिवृत्तीयधरातलेन सह तादात्म्यरूपतां स्थापयितुं न क्षमते। यद्यपि रवेराकर्षणमेतदर्थमेव प्रयत्नशीलं भवति।

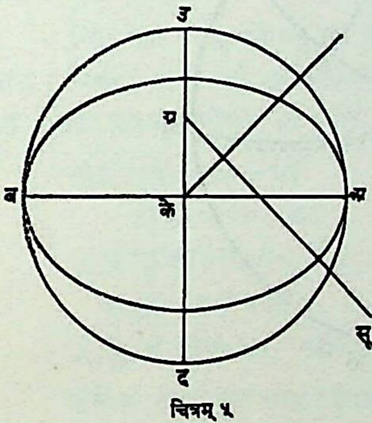
इदानीं प्रश्नोऽयं समुदेति यत् पृथ्वी स्वध्रुवयष्ट्यां प्रावण्यमुपेता कथं भ्रमति? अस्य हेतुरयं यत् पृथिव्या गुरुत्वाकर्षणकेन्द्रं भूकेन्द्रे न विद्यते। यतो हि भूपृष्ठोपरि क्वचिद् हिमाद्रिसदृशा गगनचुम्बिनः पर्वताः, क्वचिच्चातलान्तिकमहासागरसदृशा भुवोऽन्तस्तलस्पर्शिनो गर्ता विद्यन्ते। हेतुनानेन रविचन्द्रयोर्ये आकर्षणे भूपिण्डोपरि निपततस्ते सर्वदा सूर्याचन्द्रमसोर्भ्रमण-



चित्रम् १

मार्गयोर्धरातलयोरेवास्या नाडीवृत्तीयं धरातलं तादात्म्यरूपेण परिणमयितुं प्रेरयतः। किन्तु सूर्याचन्द्रमसोर्भ्रमणमार्गे स्वयमेव परस्परमंशपञ्चकमितं प्रावण्यमुपेते विद्येते। तथा च रविभ्रमणमार्गं विषुवद्वृत्ततः **सार्धत्रयोविंशतिमितैरंशैः** प्रावण्यमादधाति। अतो हेतोरनयो रविचन्द्रयोराकर्षणाभ्यां रवेः परमक्रान्तिर्नाडीवृत्तविषुवद्वृत्तप्रावण्यं वा सर्वदा परिवर्तनशीलामवस्थां भजति। येन च विषुवत्क्रान्तिवृत्तसम्पातबिन्दुरपि परिस्रंसति। अस्य **मध्यमगतिरयनगति**–(Nutation in longitude) शब्देन व्यपदिश्यते।

रविपरमक्रान्तेः परिवर्तनशीला मध्यमा गतिः परमक्रान्ति**विदोलनम्** (Nutation in obliquity) इति कथ्यते प्रथममत्र सूर्याकर्षणं विमृश्यते—



चित्रम् ५

कल्प्यतां यच्चित्रे अ उ ब द भूपिण्डमस्ति, तथा उ द अस्य स्वभ्रमणस्याक्षो ध्रुवयष्टिर्वा। इदानीं पार्थिवविषुवद्वृत्तस्य धरातलः 'अ ब' अस्य 'के' भूकेन्द्रमस्ति। तदा यदि सूर्यः 'सू'-बिन्दौ भवेत्तदा विषुवद्वृत्तस्य 'अ'बिन्दौ 'ब'बिन्दोरपेक्षया सूर्यदिश्यधिकमाकर्षणं भविष्यति। अतो ध्रुवयष्टिरपि नूनमेव सूर्यदिश्याकृष्टा भविष्यति। यतो हि भूपिण्डस्य गोलाकृतित्वेनाविद्यमानतया[१] क्रियेयं सदैव भूकेन्द्रतोऽन्यकेन्द्रदिशि सूर्याकर्षणं करिष्यत्येव। अस्य परिणामोऽयं भविष्यति यद् भूसूर्ययोः पारस्परिकाकर्षणेन ध्रुवयष्टिः सदैवैकं लघुवृत्तं विदधती भ्रमिष्यति। इयमेव क्रिया **विधूननम्** इति शब्देन व्यपदिश्यते।

इदं विधूननं वर्षे प्रत्येकस्मिन् दिने केन रूपेण गतिशीलं भवतीत्यस्य गणना सूक्ष्मरूपेण परिज्ञाता विद्यते। गणनेयं परिणाममिमं प्रापयति वर्षमध्ये नाडीक्रान्तिवृत्तयोः सम्पातस्य गतिरपि भिन्नेषु दिवसेषु भिन्नं भिन्नं स्वरूपमादधाति।

---

१. दीर्घवृत्तस्य लघुव्यासोपरि बृहद्व्यासार्धभ्रामणेन यद् घनक्षेत्रं गोलालाबुफलसंस्थानं तद्वद् भूपिण्डाकृतिः।

अयनगतौ भूपिण्डोपरि सूर्याचन्द्रमसोरुभयोरप्याकर्षणे कारणीभूते विद्येते, ययोश्चन्द्रमस आकर्षणं सूर्याकर्षणापेक्षयायनगतौ विशेषेण महत्त्वमादधाति। यतो हि भूपिण्डोपरि चन्द्रमस आकर्षणं सूर्यस्यापेक्षयाधिकं भवति। परिणामतो नाडीक्रान्तिवृत्तसम्पातगतिसम्बन्धिनी चान्द्रमसी प्रतिक्रिया सूर्यस्यापेक्षया द्विगुणा भवति।

क्षेत्रेणायनगतिः स्फुटीक्रियते

चित्रम् ३

कल्प्यतां चित्रम् ३ इत्यस्मिन् क ध्रु नां ल ना अयनप्रोतवृत्तम्। ना स नां=नाडीवृत्तम्। ल सं' सं म=क्रान्तिवृत्तम्। सं=नाडीक्रान्तिवृत्तसम्पातबिन्दुः। ता=तारा। क ता द=तारोपरिगतं कदम्बप्रोतवृत्तम्। अथेदानीं यदि ल सं' सं म=स्थिरक्रान्तिवृत्तम, तदा 'सं' काल एकवर्षानन्तरं सं सम्पातबिन्दुः क्रान्तिवृत्तेः पश्चाद् गत्या सं' बिन्दोरुपरिगतः। ततः 'ता' तारकाया भोगांशाः 'दास' स्थानाद् दासं' स्थानं गमिष्यन्ति क्रान्तिवृत्ते। ध्रुवबिन्दुश्च ध्रुवस्थानात् 'क' कदम्बं परितः परमक्रान्त्यंशैः कृते वृत्ते 'ध्रु' स्थानं गमिष्यति, नाडीवृत्तं च ना सं' नां वृत्तरूपतां भजिष्यति। ततः ध्रु' क ध्रु=सं सं' चापतुल्यम्। एतेन पर्यवसितमेतद् यद् यावता कालेन 'सं'

बिन्दुः क्रान्तिवृत्ते एकं पर्ययं किं वा भगणं पूरयिष्यति, तावता कालेनैव 'ध्रु' बिन्दुः 'क' कदम्बं परितः परमक्रान्त्यंशेन विहिते वृत्ते पर्ययं विधास्यति। ततो भूपृष्ठीय'ध्रु'-सम्मुखीना तारकाऽपि सदैव स्वस्थानं परिवर्तयिष्यति। अत एवोक्तं कमलाकरभट्टैः —

"ध्रुवतारां स्थिरां ग्रन्थे मन्यन्ते ते कुबुद्धयः।"

तथा च ध्रुवताराक्रान्त्यानयनमपि प्रकाराभ्यां तैर्विहितम्। एवमयनगतिः प्रतिवर्षं ५०".२ विकलामिता भवति। षड्विंशतिसहस्र-२६००० वर्षैश्च तस्य सम्पात-स्यैका भगणपूर्तिर्भवति।

ताराया विषुवांशक्रान्त्योरयनगतेः प्रभावः

कल्प्यताम् १ एकवर्षसम्बन्धिन्यनगतिः $=\theta$। ततो यथा पूर्वं कथितं यत् तारकायाः शरोऽयनगत्यापवर्तित एव भवति, यदा किल तारकाया भोगांशाः प्रतिवर्षं ५०.'२ वृद्धिं गमिष्यन्ति।

चित्र नं० ३ इत्यस्मिन् सं सं' अथवा $\angle$ ध्रु क ध्रु' $=\theta$। यदि (विक्रा) तथा (विक्रा') इमौ द्वौ क्रमशस्तारकायाः सम्बन्धिभुजकोटी नाडीध्रुवप्रोतवृत्तीयौ स्तः। तदा प्रथमं नाडीवृत्तं ना सं नां, द्वितीयं नाडीवृत्तं च ना सं' नां इति स्तः।

ततः ध्रुता $=$ ९० $-$ क्रा

ध्रु'ता $=$ ९० $-$ क्रा'

$\angle$क ध्रु ता $=$ ९०° $+$ वि। $\angle$क ध्रु' ता $=$ ९०° $+$ वि'।

क ता $+$ ९०° $-$ श। $\angle$ध्रु' क ता $=$ ९०° $-$ भोगांशाः।

$\angle$ध्रु' क ता $=$ ९० $-$ भोगांशाः।

अत्र क ता $=$ शर $=$ तारकाशरः। उभयोर्भोगांशाः सं, सं' बिन्दुभ्यां गणयित्वा निर्दिष्टा एव। क ध्रु $=$ क ध्रु' $=$ २४° परमक्रान्तिः $=\leftarrow\leftarrow$

अत्र हि प्रथमं क्रा' $-$ क्रा इदमानीयते। ध्रु' स्थानादेकं लघुवृत्तस्य चापं ध्रु' ग, ध्रु ता इत्यस्योपरि लम्बरूपं विधेयम्। अत्र हि θ अयमतीव लघुराशिः। ततो ग ता इदं ध्रु ता तुल्यम्। ततो ग ता $=$ ९०° $-$ क्रा'। तथा ध्रु ग $=$ क्रा' $-$ क्रा। अथवेदं क्रान्त्यन्तरं δ डेल्टा $\triangle$ क्रा इति कल्पनीयम्। इदानीं ध्रु ध्रु' इदं क ध्रु इत्यस्योपरि लम्बरूपम्। $\angle$क ध्रु ग $=$ ९०° $+$ वि।

अतः $\angle$ध्रु' ध्रु ग $=$ वि वि $=$ विषुवांशकोटिः।

ततः δ क्रा $=$ ध्रुग $=$ ध्रु ध्रु' $\times$ कोज्यावि

यतो हि $\triangle$ध्रु ध्रु' ग त्रिभुजे

$\angle$ध्रु' ग ध्रु $=$ ९०°।

$$\frac{\text{ध्रु ध्रु}' \times \text{ज्या} \angle \text{ध्रु ध्रु}'\text{ग}}{\text{ज्या} \angle \text{ध्रु ग ध्रु}'} = \text{ध्रु ग ज्या}$$

किन्तु $\angle$ ध्रु क ध्रु$'$ = सं० सं$'$ = θ

Δ ध्र ध्रु ग त्रिभुजे कोणानुपातेन

$$\frac{\angle \text{ध्रु}'\text{क ध्रु}' \times \text{ज्या} \leftarrow}{\text{त्रि}} = \text{ध्रु ध्रु}'$$

ततः पूर्वसमोकरणे ध्रु ध्रु$'$ मानस्योत्थापनेन—

(१) $\Delta\delta$ क्रा = $\theta \times$ ज्या$\leftarrow \times$ कोज्यावि = क्रान्त्यन्तरम् ।

वार्षिकं ताराया इदं समीकरणं वार्षिकायनगत्या तारायाः क्रान्तौ परिवर्तनं समर्पयति ।

अथेदानोमयनगत्या विषुवांशे परिवर्तनं विचार्यते

विषुवांशीयपरिवर्तनज्ञानार्थं Δ क ध्रु ता त्रिभुजे—

'कोणकोटिज्यका इत्यादि' चापाजात्यसिद्धान्तेन

(२) ज्याशर = कोज्या$\leftarrow \times$ ज्याक्रा $-$ ज्या$\leftarrow \times$ कोज्याक्रा $\times$ ज्यावि एवमेव ।

Δक ध्रु$'$ ता त्रिभुजे—

(३)....ज्याश = कोज्या$\leftarrow \times$ ज्याक्रा$'$ $-$ ज्या$\leftarrow$ $\times$ कोज्याक्रा$'$ $\times$ ज्यावि

तृतीयसमीकरणे क्रा$'$ = क्रा $+ \Delta\ \delta$ क्रा

वि$'$ = वि $+ \Delta\ \delta$ वि

ज्याक्रा$'$ = ज्याक्रा $+ \Delta$ क्रा $\times$ कोज्याक्रा
कोज्याक्रा$'$ = कोज्याक्रा $- \Delta$क्रा $\times$ ज्याक्रा
ज्यावि$'$ = ज्यावि $+ \Delta$ वि $\times$ कोज्यावि
} चलनकलनस्य पञ्चम-५ सिद्धान्तेन

(३) तृतीयसमीकरण एषां त्रयाणामुत्थापनेन—

ज्याश = कोज्या$\leftarrow$ (ज्याक्रा $+ \Delta$ क्रा $\times$ कोज्याक्रा)—

$-$ ज्या$\leftarrow$ (कोज्याक्रा $- \Delta$क्रा $\times$ ज्याक्रा) $\times$ (ज्यावि $+ \Delta$वि $\times$ कोज्यावि)

अस्य समीकरणस्य तृतीय(३)समीकरणस्य साम्येन कतिपयानां प्रभावहीनानां स्वरूपाणां त्यागेन चेदं लभ्यते—

ज्या$\leftarrow$ $\times$ कोज्यावि $\times$ कोज्याक्रा $\times$ Δ वि =

= (कोज्या $\leftarrow$ $\times$ कोज्याक्रा $+$ ज्या $\leftarrow \times$ ज्यावि $\times$ ज्याक्रा) $\times \Delta$क्रा

$$\text{किन्तु} \angle \text{क्रा} = \Theta \times \text{ज्या} \leftarrow \times \text{कोज्यावि} \quad । \quad (१) \text{ प्रथमसमीकरणेन}$$

$$\therefore \Delta \text{वि} = \frac{(\text{कोज्या} \leftarrow \times \text{ज्याक्रां} + \text{ज्या} \leftarrow \times \text{ज्वावि} \times \text{ज्याक्रां})\, \Theta \times \text{ज्या} \leftarrow \times \text{कोज्यावि}}{\text{ज्या} \leftarrow \times \text{कोज्यावि} \times \text{कोज्याक्रा} \times \angle \text{वि}}$$

$$\therefore \text{वि} = \Theta \times (\text{कोज्या} \leftarrow + \text{ज्या} \leftarrow \times \text{ज्यावि} \times \text{स्प} \leftarrow) \cdots\cdots (४)$$

समीकरणमिदमयनगत्या तारकाणां विषुवांशेषु वार्षिकं परिवर्तनं गणयितुमुपयुज्यते ।

रविचन्द्रयोर्विधूननस्य विश्लेषणम्

पूर्वं प्रतिपादितं यदयनगतौ चन्द्रस्य प्रभावो रविप्रभावतो द्विगुणतरो भवति। तस्य किं स्वरूपमितीदानीं विचार्यते—

आकर्षणसिद्धान्तेनेदं निर्धारितं यद् भुवि सूर्यस्याकर्षणम्—

$$= \frac{\text{भू} \times \text{र}}{\text{क}} \quad । \quad \frac{\text{भू० पि०} \times \text{र० पि०}}{\text{रवि कर्ण}} \quad । \quad \text{पि} = \text{पिण्ड}$$

$$\text{चन्द्राकर्षणम्} = \frac{\text{भू} \times \text{चं}}{\text{क}} \quad । \quad \frac{\text{भू० पि०} \times \text{चं० पि०}}{\text{चन्द्र कर्ण}}$$

अत्र रविकर्ण $=$ $क_1$,
चन्द्रकर्ण $\times$ $क_2$
इति प्रकल्पितम् ।

उभयोस्तात्कालिकसम्बन्धेनाकर्षणगतिः —

$$= \text{र० आक०} = \frac{\text{भू०} \times \text{र०} \times २}{क_1^3}$$

$$\text{चं०आक०} = \frac{\text{भू०} \times \text{च०} \times २}{क_2^3}$$

$$\text{उभयोः सम्बन्धः} \frac{\text{र० पि० चं० पि०}}{\text{क३}'\ \text{चं० क३}} \quad ।$$

अस्मिन् समीकरणस्वरूपे चन्द्रकर्णस्य रविकर्णापेक्षया न्यूनत्वात्, रविबिम्बस्य चन्द्रबिम्बापेक्षया महत्तमत्वादयनगतौ भूबिम्बे चन्द्रकृताकर्षणजन्यप्रभावो रविकृताकर्षणजन्यप्रभावस्य[1] द्विगुणासन्नो भवति ।

सम्पातस्थाने रविचन्द्रयोराकर्षणजन्यायनगतिप्रभावो परिवर्तनशीलो भवति । ततो नवत्यंशेऽपि तथाविधामेव स्थितिमापद्यते, किन्तु मध्येऽयनगतौ परिवर्तनं नैकरूपेण भवति ।

$$१ — \left(\frac{\text{चं क}}{\text{रवि}}\right)^3 = \frac{१}{(४००)} = \frac{१}{६४००००००} \quad । \quad \frac{\text{चं बिम्ब}}{\text{रविबिम्ब}} = \frac{१}{२७१५८०००}$$

सार्धद्विगुणासन्नम् । किन्तु द्विगुणं प्रकल्पितम् ।

यदि सूर्याचन्द्रयसावुभावपि क्रान्तिवृत्तस्य धरातल एव भ्रमणशीलौ स्याताम्, तदोभयोरयनगतिप्रभावो घनर्णताविषय एकरूपतामेव भजमानः स्यात्। किन्तु चन्द्रो विमण्डले भ्रमति। यश्च क्रान्तिवृत्तधरातलेन सह अंश-५° पञ्चकमितं कोणमुत्पादयति। अनेन हेतुनोभयोर्विधूननप्रभावः। घनर्णताविषये वैषम्यमापन्नं विद्यते। तेन गतिविज्ञानसिद्धान्तेनानीतं तयोर्विधूननं वर्षमध्ये भिन्नभिन्नरूपतामेति। राहोर्गतिश्चात्र विशेषेण हेतभूता विद्यते।

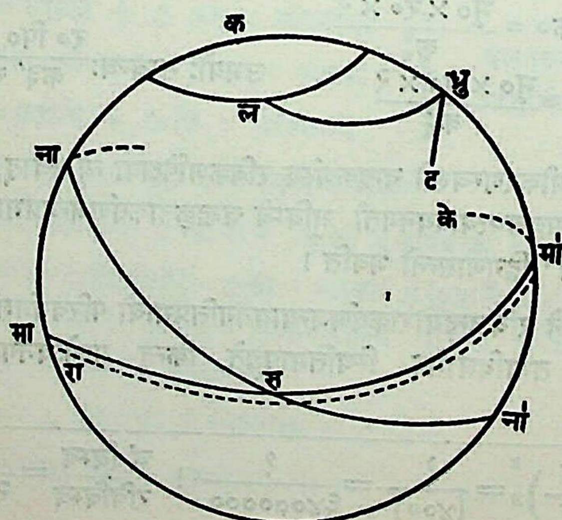
परमक्रान्तौ विधूननप्रभावः

पूर्वं प्रकल्पितं यच्चन्द्रविमण्डलं क्रान्तिवृत्तेन सह कोणमुत्पादयति। अस्य कोणात्मकनमनस्य नाडीक्रान्तिवृत्तसम्पाते कीदृशः प्रभावो भवति ?

अत्र प्रदर्श्यते—

कल्प्यतां ध्रु क, ना, मा, मां, अयनप्रोते क=कदम्बः,

ध्रु=ध्रुवस्थानम्। 'क' कदम्बं परितो बिन्दुचिह्नितं वृत्तं राहुकेत्वोर्मध्ये चलनं प्रदर्शयति। अर्थात् 'क ल' परमशरेण कृतं वृत्तम्। ततश्चन्द्रविमण्डलस्य पृष्ठीयबिन्दुः 'ल'-बिन्दुर्वर्तते, यद् विकदम्बमिति कथ्यते।



चित्र नं० ७

यदि 'ल' बिन्दुरेकस्मिन् क्षणे स्थिरः प्रकल्प्येत, तदाऽण्डाकारगोलभूपिण्डे चन्द्रकृताकर्षणं 'ध्रु' बिन्दुं 'ल' बिन्दुं परितो भ्रामयितुं कारणीभूतं भविष्यति। यस्य व्यासार्धं 'ध्रु ल' चापं भविष्यति। प्रथमत इदं सं बिन्दुं क्रान्तिवृत्तेन सह पश्चाद् भ्रामयिष्यति।

द्वितीयप्रभावोऽस्यायं भविष्यति यत् 'क, प' बिन्द्वोः कोणात्मकं दूरत्वं ह्रासमेष्यति। शब्दान्तरेणास्याशय एवं यत् परमक्रान्तौ ह्रासो भविष्यति।

किन्तु गतिविज्ञानसिद्धान्तेन वेधेन चेदमवगतं यच्चन्द्रविमण्डलधरातलं क्रान्ति-वृत्तधरातलेन सह स्थिरं सम्पातं नोत्पादयति, किन्तु 'ल' बिन्दुः चन्द्रपृष्ठीयकेन्द्रं 'क' कदम्बं परितः पश्चिमाभिमुखगत्या २१९ दिनाधिकाष्टादशवर्षैः १८.६ एकं भगणमुत्पादयति। इदं सूचितं यत् 'सं' सम्पातस्य पश्चाद् गतौ चन्द्रबिम्बं हेतुभूतम्। इदं द्विधा विभक्तम्, प्रथमन्तु चन्द्रविमण्डलध्रुवस्य कदम्बं परितः पश्चाद् गति-सम्भूतम्। अपरन्तु क्रान्तिवृत्तेन सह प्रावण्यमुपेते चन्द्रकक्षावृत्ते चन्द्रस्य स्थिति-जन्यम्। इदं क्रान्तिवृत्ते राहुकेत्वोः स्थितिवशेन गण्यते।

एतस्य प्रभाव इत्थंरूपेण सम्पद्यते यद् रवेः परमक्रान्तिः प्रतिवर्षं नियतगत्या अपचितिमुपयाति। अत्रोभयोरयनक्रान्त्योरुपचयापचयतालिका १९०० ई० सम्भवाधो निर्दिश्यते—

अयनगतिः $=$ ५०$''$.२५६५ $+$ ०.०००२२ ब । ब $=$ वर्ष

$=$ २३ । २७ । ८$''$.२६ $-$ ०.४६८४ ब

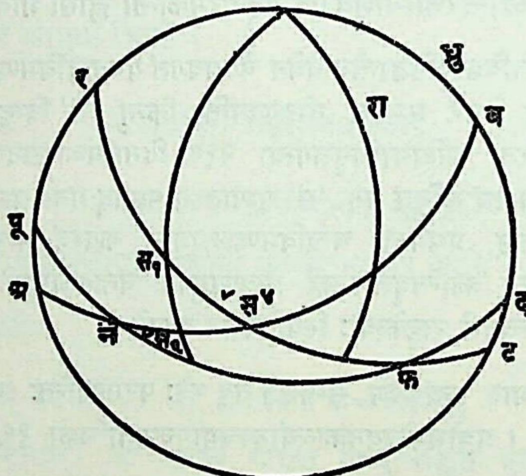
अनन्तराभिहितविवेचनेन स्पष्टीभूतमिदं यत् पार्थिवध्रुवस्य संचलनेन स्थान-परिवर्तनेन वा खगोले नाडीवृत्तधरातलमपि स्वस्थानं परिवर्तयति। इदं परिवर्तनन्तु क्रान्तिवृत्तचलनदिक्तो विपरीतं भवति। इदमुक्तं भवति यद् यदा क्रान्तिवृत्तं पूर्वतो प्रतीच्यां दिश्ययनगतिं विदधाति, तदा नाडीवृत्तं पश्चिमतः पूर्वस्यां दिशि प्रचलति। अत उभयोश्चलनसम्बन्धेन नवीनो नाडीक्रान्तिवृत्तसम्पातः सम्पद्यते।

कल्प्यतां चित्र नं० ८ इत्यस्मिन् अ स ब इदं नियतवर्षे क्रान्तिवृत्तं यत् स्थिरं कल्पितं तत एकवर्षानन्तरमयनचलनात् क्रान्तिवृत्तं न क द संवृत्तं यच्च स्थिरक्रान्ति-वृत्तेन सह 'न' बिन्दौ मिलति। इदं क्रान्तिवृत्तीयस्थितेः परिवर्तनं ग्रहाणां पारस्परिका-कर्षणेन जातम्।

एतेन क्रान्तिवृत्तीयः 'सं' सम्पातः क्रान्तिवृत्ते 'न' बिन्दुं नीयते। इदं हि ग्रहीयायनचलनमिति व्यपदिश्यते। अस्य मानन्तु प्रतिवर्षं ०.१३ विकलामितं विद्यते।

८ चित्रेणेदं स्पष्टीभूतं यद् ग्रहीयायनचलनेन तारकाणां विषुवांशा ह्रासं गच्छन्ति। इदमपि व्यक्तं यत् क्रान्तिवृत्तस्य प्रावण्येऽप्यस्य प्रभावो ह्रासात्मक एव भवति।

अधोलिखितचित्रे क्षेत्रयुक्त्येदं प्रदर्श्यते—



चित्र नं० ८

अथेदानीं रविचन्द्रग्रहसम्बन्धिमिश्रितायनचलनस्य विचारः प्रस्तूयते

चित्रे अ सं ब एवं र सं ट इमावेकस्मिन् वर्षे क्रमशः क्रान्तिवृत्तनाडीवृत्तौ स्तः। तत एकवर्षानन्तरं मूलभूतधरातलौ न क द, पू सं$_1$ स$_2$ इमौ स्तः। तत्र हि संसं$_1$ इदं वार्षिकसौरचन्द्रायनचलनं विद्यते। ततो यदि सं$_1$, सं$_2$ = सं, क स्वल्पान्तरात्। अत्र सं$_1$ सं$_2$ इदमेकस्मिन् वर्षे ग्रहीयायनचलनम्। 'कं' बिन्दुत उभे कं क, कं स$_2$ महद्वृत्ते कार्ये। ये च क्रान्तिवृत्तं प, उ बिन्दुद्वये छिन्तः। ततो हि सं उ, सं$_1$ प इदं क्रान्तिभोगांशे ग्रहीयायनचलने स्तः। ततः सं स$_1$ — पू सं$_1$ = ग्रहायनचलनोनसौरचान्द्रायनचलनम्।

अत्रेदमप्यवधेयं यत् प्रथमवर्षे अ सं ब, र सं ट इमे क्रान्तिवृत्तनाडीवृत्ते आस्ताम्। वर्षानन्तरन्तु सौरचान्द्रग्रहायनचलनेन हेतुनेमे उभे परिवृत्य न सं द, पू सं$_2$ फ इत्यनयोः स्थितिमापन्नौ स्तः। ततः पूर्वं वार्षिकनाडीक्रान्तिवृत्ते स्थिरे कल्प्येताम्। ततो हि सं$_2$ अयं पूर्ववार्षिकसम्पातः।

एतेन पर्यवसीयते यत्प्रतिवर्षमयनचलनेन हेतुना नाडीक्रान्तिवृत्तधरातले भिन्नां भिन्नां स्थितिमापद्येताम्। एवं च रवेः परमक्रान्तौ तारकाणां विषुवांशे च यदन्तरं समुपलभ्यते, तत् सदैवेकविधां स्थितिं न भजते। इदं सर्वं प्रदर्शितमेवेत्यलं पल्लवितेन।

रविग्रहणेऽयनांशानामुपयोगः

रविग्रहणं दृश्यं वस्तु विद्यते। तदर्थं रविचन्द्रयोः क्रान्तिरपेक्षिता भवति। क्रान्तिश्च क्रान्तिपातादेव गणितभुजांशयोरानेतुं शक्यते, तेन निरयणरविभोगांशेषु क्रान्तिपाततो निरयणमेषादिं यावद् ये क्रान्यिवृत्तीया अंशास्ते योजनीया एव।

इदमेवायनांशसंस्कृतरविभोगांशपदवाच्यं भवति। निरयणचन्द्रेऽपि क्रान्तिपातनिरयणमेषाद्योरन्तरमयनांशाभिधं संयोज्यैव तदीया क्रान्तिरानेया भवति।

यतो ह्यनयोरुभयोः क्रान्त्योः साम्यं सम्भवति। अमान्तासन्न एव ग्रहणस्य सम्भावना भवति नेतरत्र। तेनायनांशप्रकरणे विहितायनगत्यायनांशान् प्रसाध्य रविग्रहणे त उपयुज्या इति।

॥ इति द्वितीयोऽध्यायः ॥



अथ तृतीयोऽध्यायः

सूर्यग्रहणोपकरणानि

१—सूर्यग्रहणं ह्यमान्ते भवति। अमान्तो नाम भूकेन्द्रत एकस्मिन् कदम्ब-प्रोतवृत्ते दृश्यमानौ रविचन्द्रौ। शब्दान्तरेण रविचन्द्रयोः सहावस्थितिरेवामान्तः। ततश्च नान्तरीयकतयैतदापतति यद् रविचन्द्रयोर्भूकेन्द्रदृश्ययोग्यता सम्पादनीया भवेत्। सा च रविचन्द्रयोः स्पष्टीकरणायत्ता। अतः प्रथमं रविचन्द्रयोः स्फुटीकरणप्रक्रिया प्रस्तूयते।

रविचन्द्रस्पष्टीकरणप्रक्रिया च द्वेधा प्रवर्तते—

१. एका पुरातनाचार्यसंविहिता।

२. अपरा च विज्ञानचञ्चूनामधुनातनानां पाश्चात्यानां नवीना प्रक्रिया।

तत्र पुरातनी प्रक्रियेत्थम्—

आकाशे विद्योतमानानां तारकाणां मध्ये पश्चिमतः पूर्वस्यां दिशि पलायमानस्य चन्द्रस्य प्रत्यहं गतेराकलनेनेदमवगतं यत् सा दिने दिने समाना न भवति। तेन पुरातनाचार्यैरित्थमाकूतं यच्चन्द्रस्य भ्रमणमार्गो (कक्षा) वृत्ताकारो विद्यते, किन्तु तस्य केन्द्रं भूकेन्द्रं नास्ति।

एतदनुरुद्ध्यैवाह भास्कराचार्यो द्वितीयः —

भूमेर्मध्ये ख-भवलयस्यापि मध्यं यतः स्याद्
यस्मिन् वृत्ते भ्रमति खचरो नास्ति मध्यं कुमध्ये।
भूस्थो द्रष्टा नहि भवलये मध्यतुल्यं प्रपश्येत्
तस्मात्तज्ज्ञैः क्रियत इह तद्दोःफलं मध्यखेटे॥

(सि० शि०, गो० म०, ७ श्लो०)

निर्धारितमिदं यद् भूकेन्द्रग्रहकक्षाकेन्द्रगामिन्येका रेखा ग्रहकक्षावृत्तं यत्र स्थानद्वये छिनत्ति, तत्र भूकेन्द्रतः सुदूरः प्रदेश उच्चसंज्ञयाऽभिहितः, सन्निकृष्टश्च प्रदेशो नीचाख्यः। अथ च भूकेन्द्रात् त्रिज्यया वृत्तं कक्षावृत्तं भगोलीयं क्रान्तिवृत्तं वा भवति। पुनर्भूकेन्द्रात् परमफलज्यामिताग्रे केन्द्रं निधाय त्रिज्यया सम्पादितं वृत्तं प्रतिमण्डलाख्यं ग्रहकक्षायाम्। तच्च ग्रहगोलीयं क्रान्तिवृत्तमुच्यते। इदमेव वृत्तद्वयं प्रतिवृत्तं कक्षावृत्तं च।

अत्रेदमवधेयं यद् भूकेन्द्रात् परममन्दान्त्यफलज्यातुल्यदूरे मन्दप्रतिवृत्तकेन्द्रं मन्दकर्मणि। अस्मिन् मन्दप्रतिवृत्तेऽहर्गणोत्पन्नमध्यमग्रहो भ्रमति। अस्माद् मन्दफलं

संसाध्य संस्कारितो मध्यमग्रहो मन्दस्फुटतां गच्छति। मन्दफलसाधनविषयेऽग्रे विचारः कृतो वर्तते। अत्र तु स्फुटताविषये प्राचीनसरणीपरिचयो दीयते। एवमत्र मन्दस्फुटे सम्पन्ने शीघ्रप्रतिवृत्तभङ्ग्या शीघ्रफलं संसाध्य प्राचीनैः स्फुटग्रहः प्रसाधितः। तत्र मन्दशीघ्रफलाभ्यां संस्कारे विशेषः कृतः। यथोक्तं सूर्यसिद्धान्ते—

मध्ये शीघ्रफलस्यार्धं मान्दमर्धफलं तथा।
मध्यग्रहे मन्दफलं सकलं शैघ्रचमेव च॥

एवं संस्कारप्रकारः। अत्र प्राचीनैरहर्गणोत्पन्नमध्यमग्रहमन्दस्फुटग्रहयोरन्तरं मन्दफलं कर्णानुपातमन्तरेणैव साधितम्। एकां मन्दनीचोच्चवृत्तभङ्गीं परिकल्प्य तद्वृत्तीया ग्रहोच्चान्तरकेन्द्रभुजज्या मन्दभुजफलं स्वीकृतम्, कोटिज्या च मन्दकोटिफलं स्वीकृतम्। तत्र मन्दभुजफलस्य चापमेव मन्दफलं भवतीति मत्वा तादृशमन्दफलद्वारा स्फुटतायां क्रिया विहिता।

ततश्च शीघ्रप्रतिवृत्तभङ्ग्या शीघ्रनीचोच्चभङ्ग्या च मन्दस्पष्टग्रहं मध्याख्यं परिकल्प्य शीघ्रनीचोच्चवृत्ते तस्य स्थितिवशेन शीघ्रकर्णानयनपूर्वकं शीघ्रफलसाधनं भौमादीनां ग्रहाणां कृते कृतम्। यद्यप्येतस्य शीघ्रफलपरिचयस्य प्रकृते नास्त्यावश्यकता, तथापि स्फुटक्रियाप्रसङ्गत एतदुक्तं मया।

अत्रेदमवधेयं यद् मन्दप्रतिवृत्तभङ्ग्यां मन्दप्रतिवृत्तस्य केन्द्रं भूकेन्द्रतः परं मन्दफलज्यातुल्यान्तरे भवति, तथा शीघ्रकर्मणि भूकेन्द्रतः परमशीघ्रफलज्यातुल्यान्तरे शीघ्रप्रतिवृत्तस्य केन्द्रं भवतीति पुरातनानां सम्प्रदायः। विषयेऽस्मिन् क्षेत्रविन्यासद्वाराग्रतो विशेषपरिचयो भविष्यतीति।

इदमेव वृत्तद्वयं प्रतिवृत्तं कक्षावृत्तं च चन्द्रगतिवैषम्यसाधन उपकरणीभूतमङ्गीकृतम्। ग्रहस्य समानकाले समानकोणात्मिका गतिरङ्गीकृता। सा चैकेनाह्ना मध्यगतिरिति संज्ञयाऽभिहिता। ततो रेखागणितयुक्त्या स्वप्रतिमण्डले भ्रमतो ग्रहस्य कक्षावृत्ते यत्र ग्रहस्य दृश्यता भवति, तत् साधनं समीचीनतया कर्तुं शक्यते। प्राचीनानां विषयेऽस्मिन् निम्नाङ्कितः सम्प्रदायः—

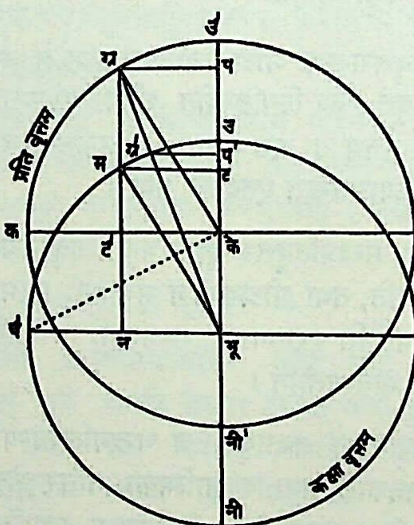
भ्रमन् ग्रहः स्वे प्रतिमण्डले नृभिः स यत्र कक्षावलये विलोक्यते।
स्फुटो हि तत्रास्य फलोपपत्तये प्रकल्पितं तुङ्गमिहाद्य सूरिभिः॥
सोऽपि प्रदेशश्चलतीति तस्मात् प्रकल्पिता तुङ्गगतिर्ग्रहज्ञैः॥ १६॥
(सि. शि., गो.)

उच्चप्रदेशोऽपि न स्थिरः। तत्र रवेरुच्चस्य चलनं वर्षशतेनापि नोपलक्ष्यते, किन्तु चन्द्रस्य स्वोच्चगतिः प्रत्यहं गणनार्हा भवति। यदा किल ग्रह उच्चस्थो

भवति, तदा तदीयगतेरल्पत्वं दृग्गोचरं भवति। आकाशे चन्द्रस्य गतेः परमाल्पत्वं प्रतिपर्ययं भिन्नेषु भिन्नेषु स्थानेषु दृग्विषयीक्रियते, तेन चन्द्रोच्चं चलमिति निश्चप्रचम्।

दैनिकी गतिश्च वेधेन क० ६′। ४१″ वि० मिता उपलब्धा। तत्र स्थिराश्विनी-नक्षत्रतः कृतायां ग्रहभोगगणनायां ग्रहोच्चयोरन्तरं केन्द्रमिति कथ्यते।

तत्र ग्रहभ्रमणे मन्दकेन्द्रानुरोधेन ग्रहगतेरल्पत्वं मध्यमत्वं महत्त्वं च कथं दृग्गाचरीभवितुमर्हतीतीदमधस्तनक्षेत्रसंस्थया स्फुटीभवति—



६ क्षेत्रम्

क्षेत्रपरिचयो यथा—

नी' उ' क=प्रतिवृत्तम्। ∠ग्र के उ'=मध्यमकेन्द्रम्।

नी उ च=कक्षावृत्तम्।

के=प्रतिवृत्तकेन्द्रम्।

भू=कक्षावृत्तकेन्द्रम्।

ग्र=प्रतिवृत्ते मध्यमग्रहस्थानम् ।
म=कक्षावृत्ते मध्यमग्रहस्थानम् ।
भू ग्र=ग्रहकर्णः, उं=उच्चस्थानं प्रतिवृत्ते ।
उ=उच्चस्थानं कक्षावृत्ते । नीं =प्रतिवृत्ते नीचस्थानम् ।
नी=कक्षावृत्ते नीचस्थानम् । भू ग्रं=त्रिज्या कक्षावृत्ते ।
भू के=भूकेन्द्रग्रहकक्षाकेन्द्रान्तरम्=अ ।
∠ ग्र के उ=मध्यमकेन्द्रम् (उच्चग्रहान्तरं प्रतिमण्डले) ।
∠ म भू उ=उच्चग्रहान्तरं कक्षावृत्ते ।
कक्षावृत्ते ग्रं=स्पष्टग्रहः ।
∠ ग्रं भू उ=भूकेन्द्रदृश्यम् । उच्चग्रहान्तरम् ।
∠म भू ग्रं=∠ म भू उ - ∠ ग्रं भू उ= ∠ म भू ग्रं=मन्दस्फुटकेन्द्रान्तरकोणः ।

म ग्रं चापं कक्षावृत्तेऽस्य ज्या मन्दफलज्या ।
भू के=ग्र म उभयोः परममन्दफलज्यामितत्वात् ।
ग्र न=ग्र म+प न । ग्र न^2+न भू^{2} =भू ग्र^2 मूलं ग्रहकर्णः
△ भू ग्र प △ भू ग्रं पं अनयोः साजात्यादनुपातः ।

$$\text{ज्या } \angle \text{ ग्र भू उ} = \frac{\text{ग्र प} \times \text{भू ग्रं}}{\text{भू ग्र}} = \frac{\text{म० केन्द्रज्या} \times \text{त्रिज्या}}{\text{ग्रहकर्णः}}$$

=ग्र प स्पष्टकेन्द्रज्या ।

चापं ग्र उ=स्पष्टकेन्द्रम् । ग्र उं, म उं चापयोरन्तरम्=म ग्रं चापं मन्दफलं
∠ भू ग्र के=∠ ग्र भू म=∠ उ के ग्र ∽ ∠ उ भू ग्र ।
इदं प्रकारान्तरेणेत्थमानेतुं शक्यते, यथा—

△ के भू ग्र त्रिभुजेऽनुपातः $\frac{\text{स्पकेज्या} \times \text{अन्त्यफलज्या}}{\text{त्रि}}$ =फलज्या

$\frac{\text{ज्या } \angle \text{ के भू} \times \text{के भू ग्र}}{\text{के ग्र}}$ =ज्या ∠ के ग्र भू=फलज्या ।

∠ के ग्र भू इत्यस्य परमं मानं ∠ के च भूतुल्यं भवति ।

तेनास्य ज्या $\frac{\text{के भू}}{\text{के च}}$ तुल्या भवति । अत एव त्रिज्याव्यासार्द्धे 'भू के' इतीदमन्त्यफलज्येति कथ्यते ।

मध्यमस्पष्टग्रहयोरन्तरमिदं येन विधिनानीतं तत्प्रतिवृत्तभङ्ग्या फलानयनमिति कथ्यते। अत्राहुर्भास्कराचार्याः —

त्रिज्याहता कर्णहृता भुजज्या तच्चापबाह्वोर्विवरं फलं वा।
ज्ञेयोऽत्र बाहुः प्रतिमण्डलस्य चापेन शीघ्रान्त्यफलज्यकायाः॥

इतः परमस्यैव फलस्यानयनार्थं नीचोच्चभङ्गिरचनापुरस्सरमाचार्यैः प्रकारान्तरं कल्पितम्। तस्य सम्प्रदायः **प्राचीनाभ्युदीरितो निम्नप्रकारकः —**

पूर्वोक्तभङ्ग्या भूकेन्द्रीयकक्षायां मध्यमग्रहो यत्र स्थितस्ततोऽन्त्यफलज्यैकं वृत्तं लिखेत्, तन्नीचोच्चवृत्तसंज्ञम्। पुनर्भूकेन्द्रतो मध्यमग्रहोपरि रेखां विदध्यात्। सा नीचोच्चवृत्तपालीमूर्ध्वं यच्छिनत्ति तदुच्चं कल्प्यम्, अधश्छिन्ना पाली तु नीचसंज्ञका। ततो नीचोच्चवृत्ते भगणांशाङ्किते सति मध्यग्रहोऽस्मिन् वृत्ते मध्यमकेन्द्रगत्या मन्दफलकर्मणि विलोमं भ्रमति।

अत्रापि कर्णानयनं नीचोच्चवृत्ते भुजफलं कोटिफलानयनपूर्वकं साध्यते। तद्यथा—कक्षास्थमध्यमग्रहस्थाने नीचोच्चरेखोपरि लम्बभूतां व्यासरेखां नीचोच्चवृत्ते विदध्यात्। प्रतिमण्डलस्थमध्यमग्रहतो व्यासरेखायां नीचोच्चरेखायां च लम्बौ विधीयेताम्। तत्र व्यासरेखोपरि लम्बः, कोटिफलम्, नीचोच्चरेखोपरि लम्बश्च भुजफलमिति। तत्र भुजफलमूलतो भूकेन्द्रं यावद् नीचोच्चरेखायां भुजः, भुजफलं कोटिः। भूकेन्द्रतो ग्रहकेन्द्रं यावद् ग्रहकर्णः कर्णः।

मकरकर्कटकेन्द्रवशेन

ततः कर्णः $=$ (त्रिज्या $+$ कोटिफल)^{2} $+$ भुजफल।

भुजफलकोटिफलानयनन्तु नीचोच्चवृत्ते केन्द्रज्याकेन्द्रकोटिज्ययोः परिणमनेन भवति। यदुक्तं भास्कराचार्यैः —

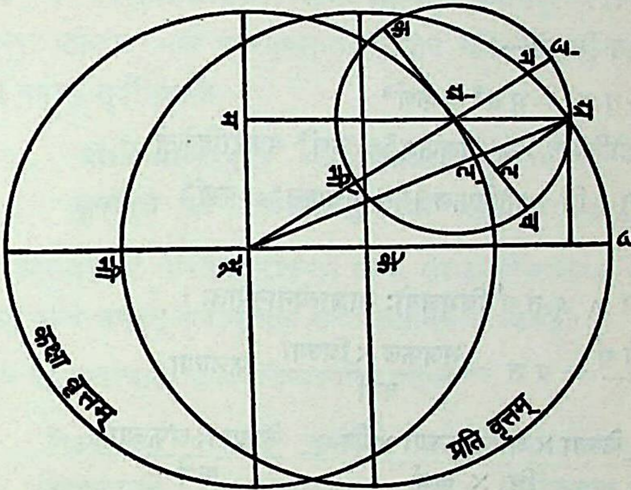
स्वेनाहते परिधिना भुजकोटिजीवे।
भांशैर्हृते च भुजकोटिफलाह्वये स्तः॥

अस्यायमाशयः —

$$\frac{\text{केन्द्रभुजज्या} \times \text{नीचोच्चवृत्तपरिधिः}}{३६०^{\circ}} = \text{भुजफलम्}।$$

$$\frac{\text{केन्द्रकोटिज्या} \times \text{नीचोच्चवृत्तपरिधिः}}{३६०^{\circ}} = \text{कोटिफलम्}।$$

अत्र क्षेत्रदर्शनम्



क्षेत्रम्—१०

क्षेत्रपरिचयः —

क नी' ग्र उ' = नीचोच्चवृत्तम् ।

उ' नी' भू = नीचोच्चरेखा ।

ग्र ग्र' = अन्त्यफलज्या ।

न ग्र' = कोटिफलम् ।

न ग्र = भुजफलम् ।

∠ग्र न ग्र' = समकोणः ९०° ।

∠ग्र' म भू = समकोणः ९०° ।

∠ग्र म भू = ∠ग्र न ग्र = समकोणः ९०° ।

△ ग्र' म भू △ न ग्र ग्र', अनयोः साजात्येनानुपातः —

$$\frac{\text{भू म} \times \text{ग्र ग्र}'}{\text{भू ग्र}} = \text{ग्र}' \text{ न} = \frac{\text{केन्द्रज्या} \times \text{अन्त्यफलज्या}}{\text{त्रि}} = \text{भुजफलम्} ।$$

$$\frac{\text{ग्र म} \times \text{ग्र ग्र}'}{\text{भू ग्र}} = \text{ग्र न} = \frac{\text{केन्द्रकोज्या} \times \text{अन्त्यफलज्या}}{\text{त्रि}} = \text{कोटिफलम्}$$ ।

ततः —

$\triangle$ भू ग्र न त्रिभुजे—

$\text{भू न}^2 + \text{न ग्र}^2 = \text{भू ग्र}^2 = \text{कर्ण}^2$

$(\text{त्रि} + \text{कोटिफल})^2 + \text{भुजफल}^2 = \text{कर्ण}^2$ मकरादिकेन्द्रे—

कर्कादौ तु $(\text{त्रि} - \text{कोटिफल})^2 + \text{भुजफल}^2 = \text{कर्ण}^2$

ततः

$\triangle$भू ग्र न $\wedge$ भू त ग्र' त्रिभुजयोः साजात्येनानुपातः ।

$$\frac{\text{ग्र न} \times \text{भू ग्र}'}{\text{भू ग्र}} = \text{ग्र त} = \frac{\text{भुजफल} \times \text{त्रिज्या}}{\text{कर्ण}} = \text{फलज्या}$$

$$\text{अत्रैव} = \frac{\text{केज्या} \times \text{अन्त्य फज्या} \times \text{त्रि}}{\text{त्रि} \times \text{कर्ण}} = \frac{\text{केज्या} \times \text{अंफज्या}}{\text{कर्ण}}$$

यथोक्तं भास्करेण—

द्राग्दोः फलात्संगुणितात्त्रिमौर्व्या घाताद् भुजज्यान्त्यफलज्ययोर्वा ।
कर्णोद्धृताद्यत् सममेव लब्धं तत्कार्मुकं शीघ्रफलं ग्रहाणाम् ॥

(सि० शि०, ग० अ० ३२)

अत्र क्षेत्रयुक्त्योपपन्नं फलं मन्दफले शीघ्रफले वोभयत्रोपपन्नं विद्यते ; किन्त्वस्माकमाचार्यैर्मन्दफलसाधने कर्णानुपातजनितं फलं नानीतम् ; किन्तु पूर्वानीतं भुजफलमेव मन्दफलत्वेनाङ्गीकृतम्, रविचन्द्रयोः केवलेन मन्दफलेनैव प्राचां मते स्पष्टीभूतत्वात् । अत्र केवलं मन्दफलस्यैव विमर्शो विधीयते । तत्र मन्दफले कर्णानुपातो युक्तोऽयुक्तो वेत्यधिकृत्यात्र किञ्चिद्विचार्यते—

मन्दफलविषय आचार्यैः कर्णानुपातः कथं न कृत इत्यालोचनायाह द्वितीयभास्कराचार्यः —

एवं भास्करेण ब्रह्मगुप्तमतं प्रतिपादितम् —

स्वल्पान्तरत्वाद् मृदुकर्मणीह कर्णः कृतो नेति वदन्ति केचित् ।
त्रिज्योद्धृतः कर्णगुणः कृतेऽपि कर्णे स्फुटः स्यात् परिधिर्यतोऽत्र ॥३६॥

तेनाद्यतुल्यं फलमेति तस्मात् कर्णः कृतो नेति च केचिदूचुः ।
नाशङ्कनीयं न चले किमित्थं यतो विचित्रा फलवासनात्र ॥३७॥

अयमाशयः — मन्दफलोत्पादकक्षेत्रभङ्गीदर्शनेन स्फुटं यत् कर्णानुपातेनानीतं फलमेव व्यवहारोपयोग्यं भवितुमर्हति ; किन्त्वस्माकमाचार्यैर्मन्दफलसाधन ओजपदान्ते युग्मपदान्ते च परममन्दफलमानं भिन्नं भिन्नमुपलभ्योजयुग्मपदान्तमन्दपरिधयो भिन्ना भिन्नाः पठिताः। मध्ये चौजयुग्मान्तरानुपातेन परिधीन् स्फुटीकृत्य मन्दफलं साधितम्। यथोक्तं सूर्यसिद्धान्ते —

ओजयुग्मान्तरगुणा भुजज्यात्रिज्ययोद्धृताः।
युग्मवृत्ते धनर्णं स्यादोजादूनाधिके स्फुटम् ॥ ३८ ॥

ओजयुग्मान्तरेण परिधिस्फुटीकरणं मान्दे शैघ्र्ये चोभयस्मिन् कर्मणि समानमेव ; किन्तु मान्दे कर्मवत् कर्णानुपातेन मन्दफलसाधनं न क्रियते।

अत्र ब्रह्मगुप्ताचार्या इत्थं प्रतिपादयन्ति यत्—

त्रिज्याभक्तः परिधिः कर्णगुणो बाहुकोटिगुणाकरः।
असकृन्मान्दे तत्फलमाद्यसमं नात्र कर्णोऽस्मात् ॥

अर्थाद् मन्दकर्मणि कर्णानुपातेन त्रिज्याग्रीयमन्दफलस्य साधनं कथं न कृतमित्यत्रायमेव हेतुः।

कमलाकरस्तु ब्रह्मगुप्तमतं दृढतरविचिन्तनपरमिति विज्ञाय सूर्यसिद्धान्तोक्तमन्दपरिधीनपि तदनुविधायिन एवाङ्गीचकार। अतस्तदुक्त्या सूर्यसिद्धान्तीयस्फुटपरिधितो यन्मन्दभुजफलं तत्कर्णानुपातजनितमन्दफलज्यासममिति। यथा हि—

तदीयशेषवासनोक्त्या—

यथा स्थिरपरिधिमानम् = या १

$$\text{ज्या अं} = \frac{\text{त्रि} \times \text{या } १}{\text{भांश}}$$ ।

परन्तु विषमपदान्ते ∵ $\text{कर्ण}^{२} = \text{त्रि}^{२} + \text{ज्या अं}^{२}$

$$\text{कर्ण}^{२} = \text{त्रि}^{२} + \frac{\text{त्रि}^{२} \times \text{या}^{२}\ १}{\text{भांश}^{२}}$$

$$= \frac{\text{त्रि}^{२} \times \text{भांश}^{२} + \text{त्रि}^{२} \times \text{या}^{२}\ १}{\text{भांश}}$$

$$= त्रि^2 \left(\frac{भांश^2 + या^2}{भांश^2} \right) ।$$

अथ स्थिरपरिधितो विलोमानुपातादोजान्तपरिधिः = ओप =

$$= \frac{स्थिर\ प० \times त्रि}{क} ।$$

$$\therefore स्थिरपरिधि = या\ १ = \frac{ओप \times क}{त्रि}$$

$$\therefore या^2\ १ = \frac{ओप \times क^2}{त्रि^2} = \frac{ओप^2\ (भांश^2 + या^2\ १) \times त्रि^2}{भांश^2 \times त्रि^2}$$

$$= \frac{ओप^2 \times भांश^2 + या^2\ १}{भांश^2}$$

$$\therefore या^2 \times भांश^2 = ओप^2 \times भांश^2 + ओप^2 \times या^2\ १$$

$$\therefore या^2\ (भांश^2 - ओप^2) = ओप^2 \times भांश^2$$

$$\therefore या\ १ = \frac{ओप^2 \times भांश^2}{भांश^2 - ओप^2} ।$$

तद्वाक्यम्—

ओजान्तपरिधेर्भागवर्गघ्नाद्भांशवर्गतः ।
तत्परिध्यंशवर्गोनैर्भांशवर्गाङ्कैर्हृतात् ॥१९१॥

पदं सदैकरूपास्ते मान्दाः स्युः परिधेर्लवाः ।
ओजान्तव्यत्ययादित्थं बीजोक्त्या ह्यत्र वासना ॥१९२॥

(पृ० २५१ पूर्वार्धं सि० त० वि०)

अत्र स्वर्गीयमहामहोपाध्याय-पं०सुधाकरद्विवेदिमहाभागानामित्थमालोचनम् यत् —

$$या^2 = \frac{ओप^2 \times भा^2}{भा^2 - ओप^2}$$ इति समीकरणेन कमलाकरेण

"स्थिरमन्दपरिधिभागाश्च स्वसिद्धान्ते पठिताः। ततो नीचोच्चकर्णभेदेन युग्मान्ते द्विविधान् स्फुटमन्दपरिधिभागानानीय तयोर्योगार्धसमाः स्थूला अपि युग्मान्तीया मन्दपरिधिभागाः सौरा उक्ताः। ते च सूर्यसिद्धान्तपठितयुग्मान्तपरिधितो भिन्ना आयान्ति। तत्र—"परम्परातोऽन्धपुरुषपरम्परया मूर्खैः सूर्यसिद्धान्तशुद्धपाठो

नाशितः" इति कमलाकरोक्तिः। सा च मन्मते न समीचीना, शीघ्रफले स्फुटपरिधितोऽपि पुनः शीघ्रकर्णस्य साधनत्वात्। कमलाकरोऽपि पूर्वोक्तस्वोपपत्तौ शीघ्रफले व्यभिचारं दृष्ट्वा—

'तद्वासनाविद्भगवान् स एव नारायणो मण्डलगो न चान्यः' इत्याह।

अतो नीचोच्चवशेन परमं फलं चलमुपलभ्य सूर्येण स्फुटाः परिधयोऽभीष्टस्थाने युग्मौजान्तपरिध्यन्तरतः साधिता इति मदीयकथनं युक्तियुक्तं बुद्धिमता विचारणीयमिति।

ततो मन्दफलसाधने प्राचीनैः कर्णानुपातः कथन्न कृतम् इत्यत्र रङ्गनाथनृसिंहयोरित्थं मतं यत् तत्रागम एव प्रमाणम्। उपलब्धिरेव वासना च। अतः सौरभाष्ये नृसिंहोऽपि—"एवमतीन्द्रियदृग्भिर्मुनिभिर्विषमपदान्ते युग्मपदान्ते भिन्ना भिन्ना लक्षिताः, ते परिधयः पाठपठिता इति स्पष्टमेव" इति।

प्राचीनैराचार्यैर्मान्दे शैघ्रये च कर्मणि सर्वत्रौजपदान्ते युग्मपदान्ते चोभयत्र मन्दान्त्यफलज्या भिन्ना-भिन्ना उपलब्धाः। शब्दान्तरेणेदमित्थं प्रतिपादयितुं शक्यते यद् वेधोपलब्धा ग्रहास्तादृग्भिरन्त्यफलज्याभिरेव दृग्गणितैक्यसम्पादार्हाः समजनिषत; किन्तु गणितशास्त्र उपपत्तिमान् एवागमं प्रमाणमिति भास्करोक्त्यौजयुग्मपदान्तोपहितवैषम्यभाजां तत्तत्परिधीनामपि संस्थितिः सहेतुका भवितुमर्हतीति।

विचारसागरे मग्नानां जर्मनदेशीयमनीषिणां **जोहेनकेपलरमहोदयानां** तादृश्युपलब्धिरूपपत्तिसनाथिता समुपज्ञातैव। स हि **टाइकोब्राहेमहोदयानां** विहितभौमसम्बन्धिवेधानां सामञ्जस्यमुद्भावयन् निष्कर्षममुं समासादितवान्, यत् प्राचीनाचार्याङ्गीकृतया वृत्ते ग्रहभ्रमणसंस्थया नैतेषां भौमवेधानां संवादः सम्भवितुं युज्यते।

ततो हि सङ्क्रान्तिश्चयोऽभवद् यत् **कोपर्निकसोद्भावितायां** सूर्यं परितो ग्रहभ्रमणाङ्गीकारिण्यां वृत्तमय्यां ग्रहसंस्थायामित्थं संशोधनं भवितुमर्हति यत्ते ग्रहाः सूर्यं परितो दीर्घवृत्ते भ्रमन्ति।

तस्य दीर्घवृत्तस्यैकतरनाभौ सूर्यस्तिष्ठति। अनया संस्थया ग्रहगणितं विधाय यदा स **टाइकोब्राहेमहोदयेन** कृतानां भौमवेधानां दृग्गणितैक्यं समासादितवान्, ततः प्रभृति ग्रहगणितविषय एषैव संस्था सर्वमान्यत्वेन स्थिरीकृताऽभवत्।

ग्रहगतिविषये केपलरेण त्रयो नियमाः प्रख्यापिताः। ते च तस्य जीवितोपरामतः पञ्चसप्ततिवर्षानन्तरं **न्यूटनोपज्ञातगतिनियमैरुपपत्त्या** सनाथीकृताः।

सूर्यग्रहणे केवलं रविचन्द्रयोः स्पष्टीकरणोपयोगिनियमानामेव प्रयोजनात् केपलरोपज्ञाता ग्रहगतिनियमा नातिविस्तरेण प्रतिपाद्यन्ते।

केपलरमहोदयानां प्रथमो नियमः

प्रथमो नियमः —

१. ग्रहाः सूर्यं परितो भ्रमन्तो दीर्घवृत्तानुकारां कक्षां विदधते। तस्या एकतरनाभौ रविस्तिष्ठति।

अत्र विशेषः —

न्यूटनस्य पिण्डगतिनियमेन निर्धारितमिदं यद् महत्पिण्डे महत्याकर्षणशक्तिर्लघुपिण्डे च लघ्व्याकर्षणशक्तिः। अस्माकं भूरप्येको ग्रहः। अतो भूसूर्यविषय उपर्युक्तो नियमो विज्ञेयः। भूचन्द्रविषये तु चन्द्रो भुवं परितो भ्रमन् दीर्घवृत्तानुकारां कक्षां विदधाति। तत्र तस्याः कक्षाया एकतरनाभौ भूस्तिष्ठत्येवमत्रावधेयम्।

द्वितीयो नियमः —

२. ग्रहाः सूर्यं परितो विधीयमानासु स्वकक्षासु स्वमन्दकर्णेन (सूर्यतः समुद्भूतेन मन्दकर्णेन) समानेन कालेन समानं क्षेत्रफलमाक्रामन्ति।

तृतीयो नियमः —

३. सूर्यं परितो भ्रमतोर्ग्रहयोर्मध्यममन्दकर्णघनयोर्या निष्पत्तिः, सैव तयोर्भगणकालवर्गयोरपि निष्पत्तिरिति। इमे ग्रहगतिसम्बन्धिनः केपलरीयास्त्रयो नियमा न्यूटनस्य गतिविज्ञानसम्बन्धिनियमत्रयायत्ता विद्यन्ते।

न्यूटनमहोदयानां नियमाः

१. ब्रह्माण्डस्य प्रत्येकः पिण्डः स्थिरत्वदशायां तिष्ठति, उत वा सरलरेखया गतिशीलो भवति। यावच्च तस्योपर्यन्यस्य कस्यापि बलस्य पीडनं न सम्पतेत्।

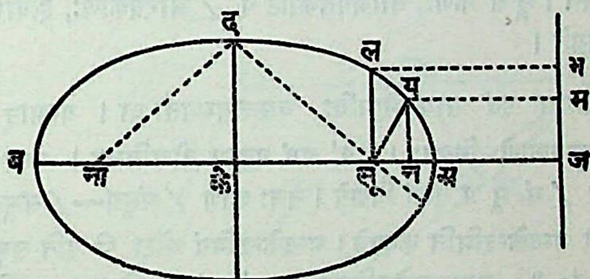
२. गतिपरिवर्तनमिदं पीडकपदार्थस्य पीडनप्रयुक्तबलस्य समानुपाती भवति। बलप्रयोगदिश्येव सरलरेखया स्वस्थानं परिवर्तयति।

३. प्रत्येकं क्रियायाः प्रतिक्रिया विपरीता तत्तुल्या च भवति। अथवा द्वयोः पिण्डयोः परस्पराकर्षणं सदाकर्षणदिक्तो विपरीतदिशि समानं च भवति।

केपलरस्य प्रथमद्वितीयनियमौ न्यूटनं निष्कर्षमिमं प्रमाणयितुं प्रेरयामासतुर्यत् प्रत्येकं ग्रह एकस्या एतादृश्याः शक्तेर्नियन्त्रितो भ्रमति, या किल सदा रविकेन्द्रदिशि क्रियाशीला विद्यते। तथा च या सूर्यतो ग्रहस्य विप्रकर्षवर्गमनुसृत्य विलोमगतिशालिनी चास्ति। केपलरस्य तृतीयनियमेन सूर्यतो ग्रहाणां दूरत्वस्य गतेश्च कीदृशः सम्बन्ध इत्यस्य निर्धारणं ब्रह्माण्डीयगुरुत्वाकर्षणनियमानुसारं समजनि।

केपलरस्य प्रथमनियमोपपत्तिः

अ ग्र ल द ब सं एकं दीर्घवृत्तम्। यस्य ना, सू द्वे नाभी। के=केन्द्रम्। अ ब= बृहद्व्यासः। ततः कल्प्यतां रविः 'सू' बिन्दौ विद्यते। कोऽपि ग्रहः शरदिशि दीर्घवृत्त-परिधौ परिभ्रमन्नास्ते। यदा 'स', 'अ' बिन्दौ स्थास्यति, तदा सूर्यतो परमाल्पदूरत्वं



क्षेत्रम्—११

भजिष्यति। तदा रवेः सन्निकृष्टतमो भविष्यति। यदा च 'स', 'ब' बिन्दौ भविष्यति, तदा सूर्यात् परमाधिकं दूरत्वं गमिष्यति। तदा 'अ' ग्रहस्य नीचबिन्दुः 'ब' बिन्दुश्च तस्योच्चबिन्दुः कथयिष्यते। के अ, के ब इमौ व्यासार्धतुल्यौ 'क' इत्यनेन निर्दिश्येते। केद-रेखा केअ-रेखायां लम्बरूपा लघुव्यासार्धतुल्या 'अ' इत्यनेन निर्दिश्यते।

$$\frac{\text{के सू}}{\text{के अ}} \text{ अथवा } \frac{\text{के सू}}{\text{सू द}}$$

इयं केन्द्रच्युतिरिति व्यपदिश्यते। सा 'इ' इति सङ्केतेन व्यज्यते। दीर्घवृत्तीयनियमेन लघुव्यासार्धं क, इ आभ्यां सङ्केताभ्यां निम्नरूपेण भवति।

$$\text{अ}^{2} = \text{क}^{2} \left(१ - \text{इ}^{2} \right) \cdots\cdots\cdots (१)$$

तदानीं 'च' बिन्दोर्विप्रकर्षः सू अ=क (१ – इ)।

उच्चाख्य 'ब' बिन्दोर्विप्रकर्षः क (१+इ) भविष्यति ।

$\because$ यतः $\frac{\text{के सू}}{\text{के अ}} = \text{इ}$

$\therefore$ अतः के सू=के अ × इ=क × इ ।

[1]सूल नाभिगतकोटि = सूल $\sqrt{\frac{\text{क}^2 - \text{क}^2 \times \text{इ}^2 \times \frac{1}{\text{इ}} \text{ लघुव्यास}}{\text{क}}}$

$= \text{क} \sqrt{\frac{१ - \text{इ} \times \text{अ}}{\text{क}}} = \text{अ}\sqrt{१ - \text{इ}^2}$

$\text{क}\sqrt{१ - \text{इ}^2} \times \sqrt{१ - \text{इ}} = \text{क} (१ - \text{इ}^2)$=नाभिगतकोटि=प ।

अथ कदापि काले ग्रहः स्वकक्षायां ग्र बिन्दौ तिष्ठेत्, तदा सू ग्र तस्य मन्द-कर्णो भविष्यति । अयं 'श्रु' इति सङ्केतेन व्यक्तीक्रियते । सूग्र सूर्यकेन्द्रतो ग्रहस्य विप्रकर्षं व्यनक्ति । सू ग्र कर्णः, नाभिगतकोटि प, ∠आरग्रकोणः, इत्याभ्यामुपकरणाभ्यामानेतुं शक्यते ।

कल्प्यतां 'स' इदं सायनमेषादिः, वसन्तसम्पातो वा । यस्माद् 'ग्र' बिन्दुस्थो ग्रहः ∠संसूग्र तुल्यकोणे स्थितः । 'अ' अयं ग्रहस्य नीचबिन्दुः । यस्य कोणीयं मानं सायनमेषादितः ∠सं सू अ तुल्यं विद्यते । ततः कोण ∠संसूग्र—∠संसूअ=∠असूग्र इदं नीचबिन्दुतो मन्दकेन्द्रमिति कथ्यते । मन्दकेन्द्रमिदं थीटा Θ इति सङ्केतेन व्यक्तीक्रियते । चित्र नं० १—कल्प्यतामेतस्मिन् 'मज' इयं अक्षरेखा । या किल वर्धितया के अ रेखया अ बिन्दौ सङ्गच्छते । ग्रहस्थान 'ग्र' बिन्दुतः के ज रेखायां ग्र न लम्बः, अक्षरेखायां च ग्रमलम्बौ विधेयौ ।

ततः सू ल=इ × सूज

$\text{सूज} = \frac{\text{सू ल}}{\text{इ}} = \frac{\text{प}}{\text{इ}}$

श्रु=सूग्र=इ × ग्रम=इ × न ज=इ × सूज—सून

सूज, सून मानोत्थापनेन

$\text{श्रु} = \text{इ}\left(\frac{\text{प}}{\text{इ}} - \text{सूग्र} \times \text{कोज्या}\,\Theta\right) = \text{प} - \text{इ} \times \text{श्रु} \times \text{कोज्या}\,\Theta$ ।

१—बृहद्व्यासार्धजे वृत्ते भुजकोटिज्यका हि सा ।
लघुव्यासे परिणता सैव कोटिमितिर्भवेत् ।।
(दीर्घवृत्तलक्षणे)

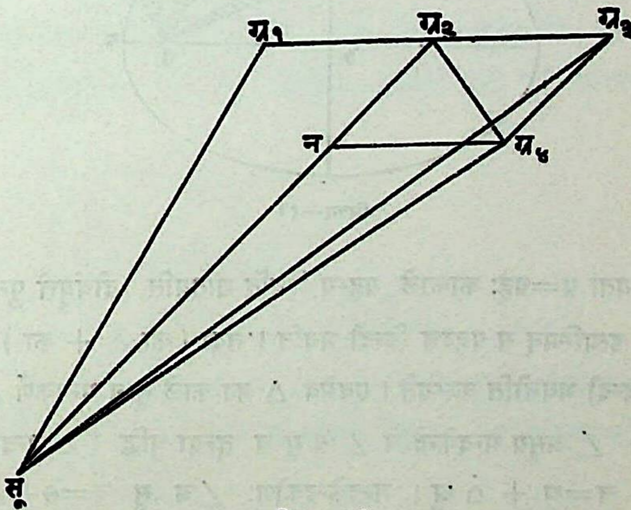
$$श्रु + इ \times श्रु \times कोज्या\ \Theta = प$$

$$श्रु\ (१ + इ \times कोज्या\ \Theta) = प$$

$$श्रु = \frac{प}{(१ + इ\ कोज्या\ \Theta)} = \frac{क\ (१ - इ^{२})}{१ + इ\ कोज्या\ \Theta} \ ।\ \cdots\cdots (१)$$

एवं स्पष्टमन्दकर्णानयनस्यायं प्रकारः प्रत्यक्षवेधमुपजीवति । तत उच्चनीच-कर्णमानयोः कर्णसाधनसमीकरणस्य च केन्द्रच्युतिमूलकत्वमिदमेव प्रमाणयति यत् सूर्यं परितो भूकक्षा दीर्घवृत्ताकारैव ॥

केपलरस्य द्वितीयनियमः



चित्रम्—१२

कल्प्यतां कस्मिन्नपि क्षणे कोऽपि पिण्डः सूग्र-रेखायां ग्र-बिन्दौ तिष्ठति । सू-ग्रपिण्डद्वयमपि मिथ आकृष्टभाग् विद्यते । तत्र सू महान् पिण्डः ग्र१ च लघुपिण्डः । अथ यदि ग्र१ प्रथमक्षणे सरलरेखया ग्र१ बिन्दुतः ग्र२ बिन्दुं यावद् गच्छति, तदा न्यूटनोपज्ञातगतिसम्बन्धिद्वितीयनियममनुसृत्य द्वितीयक्षणे ग्र२, ग्र३ बिन्दू यास्यति सरलरेखयैव, अर्थात् ग्र१ ग्र२ = ग्र२ ग्र३ । किन्तु द्वितीयक्षण एव 'सू' पिण्डस्य निपीड-

नेन ग्र$_3$, ग्र$_4$ बिन्दौ भविष्यति। किन्तु गतिसमानान्तरचतुर्भुजनियमेन द्वितीयक्षण एव ग्र$_2$, ग्र$_4$ बिन्दौ यास्यति। अर्थात् सू ग्र$_1$ ॥ ग्र$_3$ ग्र$_4$। ततो रेखागणित-युक्त्या △ सूग्र$_1$ ग्र$_2$ = △ सू ग्र$_2$ ग्र$_3$ = △ सूग्र$_3$ ग्र$_4$। अतः पर्यवसितमिदं यत् कस्यापि महतो पिण्डस्य समन्ततो भ्रमणशीलः कोऽपि लघुपिण्डः स्वकीयाभ्यां काभ्यामपि मन्दकर्णाभ्यां समानकालेन समानं क्षेत्रफलमाक्रमिष्यति।

केपलरस्य द्वितीयनियमस्योपपत्तिः

तात्कालिकचापकर्णयोर्वेगवृद्ध्या

चित्रम्—१३

कल्प्यतां ग्र=ग्रहः काकाले ग्रहस्य स्थितिं द्योतयति, दीर्घवृत्ते पुनः कालस्य वृद्धौ △ का इत्यस्मिन् स ग्रहश्च बिन्दौ भवति। तदा (का △ + का) काले तस्य स्थितिश्च बिन्दौ भवतीति कल्प्यते। एवमेव △ का काले सू ग्र मन्दकर्णे △ श्रु मिता वृद्धिर्भवति। ∠ असूग्र मन्दकेन्द्रे च ∠ ग्र सू च तुल्या वृद्धि (△ मन्दकेन्द्र) तदा मन्दकर्ण सू च=श्रु + △ श्रु। मन्दकेन्द्रकोणः ∠अ सू च=θ+△ θ इति भवति। यदा ग्र च चापं सरलरेखानुरूपं कल्प्यते, तदा △ ग्र सू च तुल्यक्षेत्रफलं △ का-काले मन्दकर्णेनाक्रान्तं भवति। इदानीं सू ग्र=श्रु। चापं च ग्र=ता θ

ततः ज्या ∠ ग्र सू च $= \dfrac{\text{च ग्र}}{\text{सू ग्र}}$

च ग्र = सूग्र × ज्या ∠ ग्र सू च

ज्याचापयोरभेदेन च ग्र =श्रु × ता θ

ततः △ ग्र सू च क्षेत्रफलं = $\frac{1}{2}$ श्रु (श्रु + श्रु △ × ज्या △ θ)

अत्र Δ श्रु मानमत्यल्पत्वात् त्यज्यते। ज्याचापयोरभेदेन च त्रिभुजक्षेत्र-फलं $= \frac{1}{2}$ श्रु^{2} $\times \Delta \Theta$। अस्य तात्कालिकीकरणरीत्या Δ का - कालेन यदीदं क्षेत्रफलं तदा कालमूलमानेन किमिति =

$$= \frac{\frac{1}{2} \text{श्रु}^2 \times \Delta \Theta \times \text{कालमूलमानेन किमिति}}{\Delta \text{ का}} = \text{जातं पूर्वस्वरूपम्}$$

$$= \frac{1}{2} \text{ त्रिभुजक्षेत्रफलं} = \frac{\frac{1}{2} \text{श्रु}^2 \times \Delta \Theta}{\text{ता का}}$$ इदं द्विगुणितं 'क्ष'मितं भवति।

Δ त्रिभुजद्विगुणक्षेत्रफलम्। Δ क = ता का

(२) समीकरण $\text{क्ष} = \frac{\text{श्रु}^2 \times \Delta \Theta}{\text{ता का}} = (४)$

अथाधुना दीर्घवृत्तक्षेत्रफलतः 'क्ष' मानमानीयते। तत्र दीर्घवृत्तक्षेत्रफलं = वृ० व्या $\times$ ल० व्या $\times \frac{\pi}{४} = \pi \times \text{क} \times \text{अ}$।

इदं क्षेत्रफलं सूर्यं परितो परिक्रममाणेन ग्रहेण स्वभगणपूर्तिकालेन पूर्यते।

यदि भगणपूर्तिकालः 'का' इति सङ्केतेन व्यज्यते, तदा 'क्ष' इत्यस्य मानमिदं भवति—

$$\frac{२ \pi \times \text{क} \times \text{अ}}{\text{का}} = \text{'क्ष'} \quad (३)$$

६—अत्र 'अ' लघुव्यासमानोत्थापनेन

$$२ \pi \text{क}^2 (१ - \text{इ}^2)^{\frac{1}{2}} = \text{क्ष} \qquad (४)$$

अतः 'का' भगणपूर्तिकालेन ग्रहमन्दकर्णः = २ π तुल्यं कोणमानमाक्रामति। अथ यदि कालमूलमाने ग्रहमन्दकर्णेन मध्यकोणीयगतिः 'न' तुल्या सम्पद्यते, तदा—

$$\text{न} = \frac{२ \pi}{\text{का}} \qquad (५)$$

'न' इदं ग्रहस्य मध्यमा गतिरिति व्यपदिश्यते। ग्रहमन्दकर्णः Δ 'का' कालेन 'ग्र' बिन्दुतः 'च' बिन्दुं यावच्चलित्वा $\Delta \Theta$ तुल्यं कोणमाक्रामति।

अतः 'ग्र' बिन्दौ तस्य वेगः $= \frac{\text{ता } \Theta}{\text{ता का}}$ भवति। एवं ग्रहकक्षायां

प्रत्येकस्मिन् बिन्दौ $\frac{\text{ता } \Theta}{\text{ता का}}$ इत्यस्य मध्यमं मानं 'न' तुल्यं भविष्यति।

समीकरण (४) इत्यनेन का$=\frac{२ \pi \times क^{२} (१ - इ^{२})^{\frac{१}{२}}}{क्ष}$ ।

अतः समीकरण (५) एतस्मिन् 'का' इत्यस्य मानोत्थापनेन—

$$न = \frac{२ \pi \times क्ष}{२\pi \times क^{२} (१ - इ^{२})^{\frac{१}{२}}} = \frac{क्ष}{क^{२} (१ - इ^{२})^{\frac{१}{२}}} । \quad (६)$$

$क्ष = न \times क^{२} (१ - इ)^{\frac{१}{२}}$

अथानुकलनविधया मन्दफलश्रेण्याः समुत्पादनमत्र विधीयते ।

तत्र $क्ष = \frac{श्रु^{२} \times ता \, \Theta}{ता \, का}$ । समीकरणेन (२)

$$\therefore \frac{ता \, का}{ता \, \Theta} = \frac{श्रु^{२}}{क्ष}$$

अत्र समीकरण (१) इत्यस्मात् 'श्रु'—मानम्, समी० (६) इत्यस्य 'क्ष' मानं चास्मिन् समुत्थाप्य ।

$$\therefore \frac{ता \, का}{ता \, \Theta} = \frac{क^{२} (१ - इ^{२})^{२}}{(१ + कोज्या \, \Theta)} \times \frac{१}{न \times क^{२} (१ - इ^{२})^{\frac{१}{२}}}$$

$$\therefore \frac{ता \, न \, का}{ता \, \Theta} = \frac{(१ - इ^{२})^{२}}{(१ + कोज्या \, \Theta)^{२} \times (१ - इ^{२})^{\frac{१}{२}}}$$

$$\therefore \frac{ताम}{ता \, \Theta} = \frac{(१ - इ^{२})^{२}}{(१ + काज्या \, \Theta)^{२}} = (१ - इ^{२})^{\frac{३}{२}} \times (१ + इ \, कोज्या \, \Theta)^{-२} ।$$

अत्र 'न' $\times$ 'का' इदं मध्यममन्दकेन्द्रमानं ज्ञेयम् । Θ $\times$ च स्पष्टकेन्द्रमानं प्रथमोदितमेव । अत्र हरांशौ संक्षयोर्द्वियुक्पदश्रेण्या विस्तार्य प्रथमस्यं पदद्वयं द्वितीयस्य च पदत्रयं ग्रहीत्वा जातम्

$$\frac{ता \, म}{ता \Theta} = (१ - \tfrac{३}{२} इ^{२}) (१ - २ इ \, कोज्या \, \Theta + ३ इ^{३} \times कोज्या \, \Theta)$$

$= (१ - २ इ \times कोज्या \, \Theta + ३ इ^{२} \times कोज्या^{२} \, \Theta + - \tfrac{३}{२} इ^{२} \times ३ इ^{२} \times$ कोज्या $\Theta + \tfrac{६}{२}^{इ} \times कोज्या^{२} \, \Theta)$

$= [१ - २ इ \, कोज्या \, \Theta + इ^{२} \times \tfrac{३}{२} (२ \, कोज्या^{२} \, \Theta - १) + ३ इ^{३}$ कोज्या $\Theta + \tfrac{९}{२} इ^{४} \, कोज्या^{२} \, \Theta$] शेषस्य त्यागेन

$=[१ - २ इ \times कोज्या\ \Theta + इ^{२}. \frac{३}{२} (कोज्या^{२}\ \Theta \times कोज्या^{२}\ \Theta - १)]$

$=(१ - २ इ. कोज्या\ \Theta + इ^{२}. \frac{३}{२} (कोज्या^{२}\ \Theta - ज्या^{२}\ \Theta)$ त्रिकोणमित्या

$= (१ - २ इ. कोज्या\ \Theta + इ^{२} \times \frac{३}{२} \times कोज्या^{२}\ \Theta)$ ततोऽस्याकलनेन

$$\int \frac{ताम}{ता\Theta} = \int (१ - २ इ \times कोज्या\ \Theta + \frac{३}{२} इ^{२} \times कोज्या\ \Theta\ २)$$

$य = \Theta - २ इ. ज्या\ \Theta + \frac{३}{४} इ^{२}. कोज्या\ \Theta\ २$ ········(७) समीकरणम् ।

अत्र क्रमिकसाम्यपद्धत्या स्पष्टमन्दकेन्द्रात्मना समुपलब्धाम् (समागताम्) इमां समीकृतिं मध्यममन्दकेन्द्रं 'म' इत्यस्य तादात्म्येन व्यक्तीक्रियते । तत्र प्रथमं साम्यं $म = \Theta$ अस्य (७) समीकरण उत्थापनेन $\Theta = म + २$ इज्या 'म' इदं द्वितीयं साम्यम् । पुनरस्मिन् यत्र 'इ' गुणकस्तत्र द्वितीयं साम्यम्, यत्र च '$इ^{२}$' गुणकस्तत्र प्रथमं साम्यं समुत्थाप्य जातम् ।

$$\Theta = म + २ इ \times ज्या (म + २ इ ज्या म) - \frac{३}{४} इ^{२} \times ज्या २ म$$

'चापयोरिष्टयोर्दोर्ज्येत्यादिना' त्रिकोणमित्या—

$\Theta = म + २ इ (ज्या म\ कोज्या.\ २ इ.\ ज्या म + कोज्या\ म \times २\ ज्या इ. ज्या म) — \frac{३}{४} इ.^{२} ज्या२$ अत्र 'इ' मानस्याल्पत्वात् कोज्या $२ इ \times ज्या म = १$,

एवं

$$ज्या.\ २.\ इ.\ ज्या म = २ इ ज्या म$$

ततः $\Theta = म + २ इ ज्या म + ४ इ कोज्या म इ \times ज्या म — \frac{३}{४} इ \times ज्या २ म$

$\Theta = म + २ इ ज्या म + २ इ \times ज्या २ म — \frac{३}{४} इ^{२} \times ज्या २ म$

$\Theta = म + २ इ ज्या म + \frac{५}{४} इ^{२}. ज्या २ म$

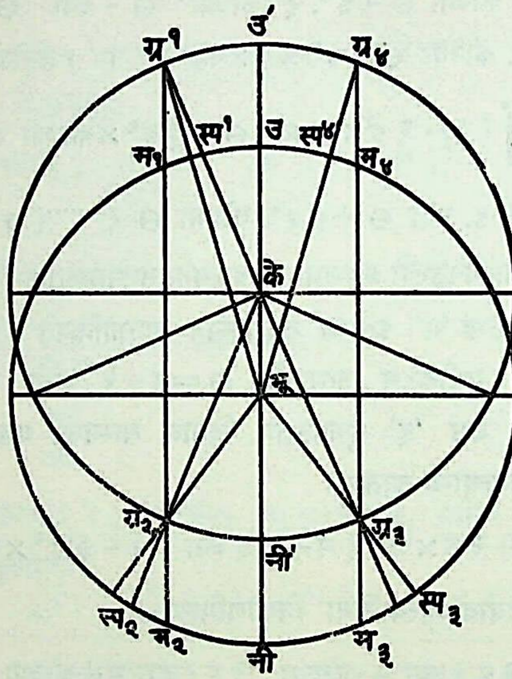
$\therefore$ अत्र $\Theta - म = २ इज्या म + \frac{५}{४} इ^{२} \times ज्या २ म$············। (८)

एवमिदं मन्दफलसूत्रं सूक्ष्मोच्चगणितविधया सिद्धम् ।

प्राचीनाचार्यसाधितमन्दफलसूत्रतः स्वल्पमेवान्तरमस्य सूत्रस्य सम्भवितुमर्हति ।

अथेदानीं मन्दफलस्य धनर्णत्वव्यवस्था परमाल्पत्वपरमाधिकत्वस्थितिश्च प्रदर्श्यते । प्रथमं प्राचीनाचार्याभिमतक्षेत्रसंस्थयाऽस्योपपादनं प्रस्तूयते । तत्र मन्दोच्चोनो ग्रहो मन्दकेन्द्रम् । अत्र हि मन्दकेन्द्रस्य प्राग्गतित्वम् ।

क्षेत्रदर्शनम्—१४



क्षेत्रपरिचयो यथा—

नी' उ' ग्र=प्रतिवृत्तम् ।

नी उ म=कक्षावृत्तम् ।

के=प्रतिवृत्तकेन्द्रम् ।

भू=कक्षावृत्तकेन्द्रम् ।

उ' उ भू नी रेखा=नीचोच्चरेखा ।

ग्र=प्रतिवृत्ते ग्रहस्थानम् ।

म=मध्यमग्रहः कक्षावृत्ते ।

भू ग्र = मन्दकर्णः ।

स्प = स्पष्टग्रहः ।

के भू = अन्त्यफलज्या ।

अत्र क्षेत्रदर्शनेन स्फुटं यदा ग्रहो मन्दप्रतिवृत्ते 'ग्र' स्थाने भवति, तदा स भू ग्र रेखा प्रतिवृत्तसम्पाते 'स्प' स्थाने दृश्यते । भूसमानान्तरा 'ग्र' बिन्दौ ग्र म रेखा विहिता । तेन ग्र उ प्रतिवृत्तीयचापं म उ कक्षावृत्तीयचापेन तुल्यम् । किन्तु, म उ चापं कक्षावृत्तीय स्प उ चापाद् गुरु ।

'ग्र[२]' स्थाने स्थितः प्रतिवृत्तीयग्रहः कक्षावृत्ते 'स्प[२]' स्थाने स्पष्टग्रहः, म[२] स्थाने मध्यमग्रहः । स्पष्टग्रहादग्रत एव स्थितो मध्यमग्रहः । अतः प्रथमं द्वितीयपद-योर्मन्दफलमृणं भवति । तृतीयचतुर्थपदयोर्धनम् । क्षेत्रदर्शनेनापीत्थमवलोक्यते यत् तयोर्मध्ये मध्यमग्रहात् स्पष्टग्रहोऽग्रे भवति । तेन तत्र मन्दफलं धनं भवति ।

मन्दफलस्य परमत्वाभावस्थले

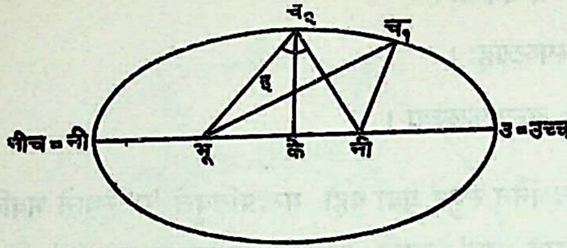
उच्चस्थले नीचस्थले च केन्द्रभुजस्य च शून्यत्वात् तत्र मन्दफलाभावः । अन्यत्र त्रिज्यया चेत् स्पष्टकेन्द्रज्या लभ्यते, तदा मन्दान्त्यफलज्यया किमिति लब्धा

$$\text{मन्दफलज्या} = \frac{\text{स्पष्टकेन्द्रज्या} \times \text{मन्दान्त्यफज्या}}{\text{त्रिज्या}} = \text{मन्दफलज्या ।}$$

अत्र हि त्रिज्यान्त्यफलज्ययोः स्थिरत्वात् स्पष्टकेन्द्रज्यावशेन फलस्य परमत्वं विचार्यं भवति । ततः —

कक्षामध्यगतिर्यग्रेखाप्रतिवृत्तसम्पात एव स्थिते ग्रहे स्फुटकेन्द्रज्यायाः परमत्वं त्रिज्यातुल्यत्वं वा भवति । तेन तत्रैव मन्दफलस्य परमत्वं सिद्धम् ।

किन्तु प्राचीनाचार्यैः सर्वत्र मध्यमकेन्द्रज्यैवोक्तसमीकरणे स्वीकृता, तेन मन्द-फलस्य परमत्वं तत्र न सिद्ध्यति । एतद्विषये मन्दफलपरमत्वज्ञानार्थं नवीनानां मन्द-फलीयक्षेत्ररचनाभङ्गी समीचीना प्रतिभाति ।



चित्रम्—१५

∠च२ =मन्दफलकोणः

उ च१ च२ नी=दीर्घवृत्ताकारा चन्द्रकक्षा। भू=पृथिवी। उ=उच्चस्थानं ग्रहस्य। नी=नीचस्थानं ग्रहस्य। ज्या ∠भू च२ के=इ। ∠भू च२ ना=परममन्दफलकोणः। ∠भू च१ ना=इष्टमन्दफलम्।

तत्र रेखागणितयुक्त्या सिद्धमिदं यद् ∠भू च२ ना कोणः सर्वेभ्यो मन्दफल-कोणेभ्यो महत्तमो भविष्यति। अस्यानयनार्थं या किल नवीनानां मन्दफलश्रेणी पूर्वं प्रतिपादिता, सा मध्यममन्दकेन्द्रमनुरुद्ध्य विहिता। तेन समीकरणेन परममन्दफल-कोणस्थितेः सामञ्जस्यं पूर्णतया न दृग्गोचरीभवति। एवं मन्दफलविवेचनं जातम्।

सूर्यस्य स्पष्टीकृतिः केवलं मन्दफलसंस्कारेणैव सम्पद्यते। चन्द्रस्पष्टीकरण-विषयेऽपि प्राचीनानां सूर्यवदेव सम्प्रदायः। **यथाह भास्करः —**

'स्फुटौ रवीन्दू मृदुनैव वेद्यौ'। इति।

किन्तु चन्द्रविषये नेयं कथा नवीनानां नये। ते हि भू-चन्द्र-रवीणां परस्परा-कर्षणवशाच्चन्द्रस्पष्टीकरणार्थं नानासंस्कारजालमुद्भावितवन्तः। तत्र मुख्यानां संस्काराणामुल्लेखोऽत्र विधीयते।

मध्यमचन्द्रे—वार्षिकसंस्कारः, च्युतिसंस्कारः, तिथिसंस्कार, मन्दफलसंस्कारः, परिणतिसंस्कारश्चेति संस्कारपञ्चकमेव मुख्यतया गृह्यते।

वार्षिकसंस्कारः

अयं संस्कारो रवेरुच्चवशेन भवति। यदा चन्द्रं स्वात्मानं परितो भ्रामयन्ती भूः सूर्यं परिक्रामति, तदा सूर्यतः सुदूरवर्तिन्यां भुवि चन्द्रस्योपरि सूर्यकृताकर्षणं मन्दं भवति। सूर्यतः सन्निकृष्टप्रदेशस्थायिन्यां भुवि चन्द्रे सूर्यकृताकर्षणमधिकं भवति। तेनोच्चस्थाने स्थिते सूर्ये संस्कारस्यास्य परमाल्पत्वम्। नीचस्थाने स्थिते सूर्ये चास्य संस्कारस्य परममहत्त्वम्। तेन रविमन्दकेन्द्रमनुसृत्य संस्कारस्य गणनाऽर्थात् सिद्धा भवति। आधुनिकवेधेन संस्कारस्यास्य परममानं ११।।९ मितं निर्धारितम्। मेषादिमन्दकेन्द्रे संस्कारस्यास्य ऋणत्वम्। तुलादिमन्दकेन्द्रे च धनत्वमवधेयम्।

$$\text{वार्षिकसंस्कारज्या} = \frac{\text{परमसंस्कारज्या} \times \text{रविमन्दकेन्द्रज्या}}{\text{त्रि}} \ ।$$

च्युतिसंस्कारः

संस्कारोऽयं तिथिषु सूर्यकृतचन्द्रोच्चाकर्षणसम्भूतः। तेन चन्द्रपरममन्दफलस्यैवावयवीभूतः।

यदा च सूर्यश्चन्द्रश्चन्द्रोच्चान्येकरेखाधिष्ठितानि भवन्ति, तदा परममन्दफले संस्कारोऽयं धनं भवति। यदा च तिथिरुच्चरेखातः पदान्ते तिष्ठति तदास्य ऋणत्वम्, तेन यदा उच्चरेखा स्वयं तिथ्यात्मकपदान्ते भवति, तदा वैषम्यमिदं शून्यम्। यदा च पर्वान्ते, तदा वैषम्यमिदं परमम्। फलितमिदं यत् सूर्यकृतचन्द्रोच्चाकर्षणजन्योऽपि संस्कार इति।

कोपर्निकसमहोदयेन मन्दफलीयनीचोच्चवृत्तभङ्गिं संसृष्ट्वैवास्य संस्कारस्य लघुवृत्तरूपा भङ्गिर्विरचिता। लेखविस्तरभिया सा नाऽत्रोपस्थाप्यते। तदीयभङ्ग्या च्युतिकेन्द्रमिदं सिद्धं भवति।

च्युतिकेन्द्र = (२ × मध्यमतिथि — चन्द्रमन्दकेन्द्र)

आधुनिकवेधैरस्य संस्कारस्य परमं मानं १° ।। १६′ ।। २९″ मितमुपलब्धम्। तेन च्युतिज्या = परमच्युतिफलज्या (३ म० ति०—च० म० के०) च्युतिज्या = परमच्युतिफज्या (२ × मध्यमतिथि—चन्द्रमन्दकेन्द्र)।

तिथिसंस्कारः

तिथिसंस्कारो नाम तिथिसम्बन्धेन चन्द्रगतिवैषम्यम्। अत्रापि भूरविकृतं चन्द्राकर्षणमेव कारणम्। यदा च पर्वान्ते भूरविचन्द्राः समरेखाधिष्ठिता भवन्ति, तदा संस्कारस्यास्य शून्यत्वम्। पदमध्ये च परमत्वमिति। तत्र तिथिकेन्द्रे शून्ये

सति यदा भूचन्द्रसूर्या एकरेखाधिष्ठिता भवन्ति, तदा चन्द्रो भूसूर्ययोर्मध्ये तिष्ठति, तेन चन्द्रस्य सूर्यपरमसन्निधानात् सूर्यदिशि परमाकर्षणं भवति, किन्तु तदानीं चन्द्रवेगस्य दिशा तत्र तस्यां रेखायां लम्बरूपा भवति। तेन स वेगः किञ्चित्कालमवष्टभ्य प्रचलति।

ततो हि प्रथमपदान्तं यावच्चन्द्रगतिवृद्धौ हानिर्जायते। द्वितीयपदादारभ्य तृतीयपदान्तं यावच्चन्द्रापेक्षया भूरेव सूर्यसन्निकृष्टा भवति, तेन भूकृतं चन्द्रगोलपीडकमाकर्षणं हीयते। तस्माद् द्वितीयपदान्तं यावच्चन्द्रगतिर्वर्धते। तृतीयपदे च ह्रासमुपयाति। तेन तृतीयपदे प्रथमवच्चतुर्थपदे च द्वितीयवत्। भूरविकेन्द्रगतरेखाभिमुखो यदा चन्द्रो भवति तदा चन्द्रगतिरुपचीयते, प्राङ्मुखे चन्द्रे चापचीयत इति वक्तव्याशयः। शुक्लपक्ष ७½ मीतः (सार्द्धसप्तमीतः) कृष्णपक्षसार्धसप्तमीपर्यन्तं वृद्धया वर्धिता वा चन्द्रगतिः। कृष्णपक्षसार्धसप्तमीतः ७½ शुक्लपक्षसार्धसप्तमीं यावच्चन्द्रगतिः संस्कारेणानेन ह्रासमुपगतेति। तेन मेषादितिथिकेन्द्रे तिथिफलमृणम्, तुलादिकेन्द्रे तिथिफलं धनमिति फलितोऽर्थः। परमतिथिफलम्=२१४५″ विकला।

परिणतिसंस्कारः

नव्यानां मतेन सर्वे ग्रहा विमण्डल एव समायान्ति। तेन वार्षिकच्युतितिथिमन्दफलसंस्कृतश्चन्द्रो विमण्डल एव स्पष्टीभवति। तस्य क्रान्तिमण्डले परिणमनार्थमुदयान्तरं प्रकल्प्य परिणतिनामकः संस्कारः क्रियते। चन्द्रोपरिगतकदम्बप्रोतवृत्तं यत्र क्रान्तिमण्डले सक्तं तत्र क्रान्तिवृत्तीयं चन्द्रस्थानम्। तस्य चन्द्रपातेन साकं यदन्तरं तत् सम्पातः क्रान्तिवृत्तीयो भुजः। पातस्थानाच्चन्द्रबिम्बं यावद् विमण्डलीयश्चन्द्रभुजः। चन्द्रबिम्बाच्चन्द्रबिम्बस्थानं यावत् कदम्बप्रोते शरः। अस्मिन् चापजात्ये विमण्डलीयक्रान्तिमण्डलीयभुजयोर्यदन्तरं तदेव परिणतिरिति कथ्यते। तत्र उपर्युक्तत्रिभुजे विमण्डलक्रान्तिवृत्ताभ्यामुत्पन्नकोणः परमशरस्तुल्यकोणः, ततश्च चापीयत्रिकोणनियमेन—

$$\frac{1}{\text{परमशरकोज्या}} = \frac{\text{विमण्डलीयभुजांशस्पर्श}}{\text{क्रा॰ म॰ भुस्प॰}}$$

योगान्तरनिष्पत्त्या

$$\frac{1 - \text{प॰ शरकोज्या}}{1 - \text{प॰ शरकोज्या}} = \frac{\text{वि॰ भुस्प} - \text{क्रा॰ भुस्प॰}}{\text{वि॰ भुस्प} + \text{क्रा॰ भुस्प॰}} \quad ||$$

$$= \frac{1 - \text{पश कोज्या}}{1 + \text{पश कोज्या}} = \frac{\text{ज्या (विभु} - \text{क्रा॰ म॰ भु)}}{\text{ज्या (विभु} + \text{क्रा॰ म॰ भु)}}$$

$$\therefore \text{ अतो ज्या विभु} - \text{क्रा॰ भु} = \frac{1 - \text{पश कोज्या (ज्या विभु} + \text{क्रा॰ भु)}}{1 + \text{पश कोज्या}}$$

∵ ज्यापरिणतिः=स्प^{२} $\frac{१}{२}$ पश × ज्या (विभु+क्रा० म० भु०)।
=ज्या (वि+क्रा)=९०^{0} तदास्य मानं परमम्।

तेन—

परमापमदलभाकृतिरिह निहता त्रिभजीवया सुसूक्ष्मा।
परिणतिजीवा परमा भवति गणितगोलवित्तुष्ट्यै॥

इहैव यदि परिणतिज्याया दक्षिणपक्षे ज्या (विभु+क्रा० भु) इदम् "चापयोरिष्टयोरित्यादि" प्रसार्यं क्रान्तिमण्डलीयभुजकोटिज्ययोः स्वरूपमुत्थाप्य सरलत्रिकोणमित्या समीकरणस्वरूपं विधीयते—

परिणतिज्या = $\frac{(१-प० श० कोज्या) \times \frac{१}{२} ज्यारविमण्डलीयभुजज्या}{शरकोज्या}$

अत्र शरकोज्या=त्रि – १ स्वल्पान्तरात्

तदा परिणतिज्या=परमशर उत्क्रमज्या × $\frac{१}{२}$ ज्या २ विभु।

पूर्वोक्तानां संस्काराणां साहाय्येन रविचन्द्रौ स्फुटीक्रियेते।

तत्रादौ सूर्यस्पष्टीकरणम्—

श्रीशुभसं० २०१२ शाके १८७७ आषाढे कृष्णे ३० तिथौ सोमे दिनाङ्के २०-६-१९५५ ईशवीये वत्सरे सूर्यग्रहणे सूर्यस्पष्टीकरणं प्रस्तूयते।

एतदर्थमहर्गणानयनमुपस्थाप्यते—

चैत्रादितो गततिथयः	२१
गतमासाः	३
३ × ३०	९० तिथयः
९० – २१	६९ ग० ति०

तिथिगणः ६९

अत्र मराठीग्रहगणितसारिणीबलेन

शक	ति०	वा० घ० प०	सूर्यः	स० मं० के०
१८०	१००	६।२०।४.०	३५८।१७′.२	२७९°.५९
७०	२४	३।३४।५८.८	३५९।३८′.५	३५९°.४२

७	१७	१।२१।५२.४	३५९°।३४'.६	३५९°.५५
तिथिगण	६०	३।३।४०.२	५८।१२'.७	५८.२१
	९	१।५१।३३.०	८।४३'.९	८.७३
	१२०	१६।१२।८.४	११४४।२६.९	१०६५.५०
		घ० प०		
		२ वार १२।८.४	१०८०	७२०
			६४।२६.९	३४५.५०
			रा०	रा०
			२।४°।२६'.९ म०	रविः११।१५°.५

३४५.५० ततः १०० पृष्ठानुसारेण मन्दफलम्

१४५ ततः २९।१५

२९ । १५

−५७

२८ । १८ सू० मं० फ०

रा०

मध्यमरविः २।४°।२६'।९"

+२८'।१८"

रा०

स्पष्टरविः २।४°।५४'।२७"

रा०

स्पष्टरविराश्यादयः २।४°।५४'।२७" ।

इदानीं चन्द्रस्पष्टीकरणं प्रस्तूयते

ज्योति० पृ० ८८

चन्द्रस्पष्टीकरणचक्रम्

तिथिगणः ६९

शकः १८७७

शकाब्दः	तिथिः	वा० घ० प०	१ अ० ३ प	शतांश ३ प २ →
१८७७	२१ ति०	११।१६।५५.२	९९८.५६	१६२.७
	६० ति०	३।३।४०.२	५८.२१	८३.८
	९ ति०	१।५१।३३.०	८.७३	५७.६
	९० ति०	१६।१२।८.४	१०६५.५०	३०४.१
		९।१२।८.४	७२०	
	३० ति०	२।१२।८.४	३४५.५०	४.१
		सोमे	अस्य फलम्	
			४७.३	२.३

चन्द्रस्पष्टीकरणचक्रम्

तिथिगणः ६९

शकः १८७७

ज्योति० पृ० ८८

→ शतांश ३	शतांश ४	शतांश ५	शतांश ६	शतांश ७ →
९३.४	२३०.६	१८५.४	१५४.६	१६१.५
१९.७	९८.२	३०.५	६९.५	३४.१
३३.०	२९.७	३४.६	२५.४	५.१
१४६.१	३५८.५	२५०.५	२४९.५	२००.७
४६.१	५८.५	५०.५	४९.५	.७
१.८	१.०५	१.०५	३.६	१.४३

चन्द्रस्पष्टीकरणचक्रम्

तिथिगणः ६९

शकः १८७७

८ शतांशकोष्ठकात् १२ शतांशं यावत्

→शकाब्दः	तिथिः	वा० घ० प०	८ चं० मं० के०	९ च+रा ३ →
१८७७	२१	१११।१६।५५.२	१३५.९८	७१३.३५
		४।१६।५२.२		
	६० ति०	३।३।४०.२	५१.६३	६१.३४
	९ ति०	१।५१।३३.०	७.७४	११७.२०
	९० ति०	९।१२। ८.४	१९५.३५	८९१.८९
			०.९८३४	७२०
	३० ति०		१९६.३३३४	१७१.८९
			संस्कृताष्टमः	०.९८
				१७२.८७

चन्द्रस्पष्टीकरणचक्रम्

तिथिगणः ६९

शकः १८७७

८ शतांशकोष्ठकात् १२ शतांशं यावत्

→ उप ९ चन्द्रः	१० शतांश	११ शतांश	१२ शतांश
६००। ०.३	२०८. १	१४०.०	९२.७

५८।१२.७ ।	१४.३ ।	०.० ।	२.७ ।
११६।४३.९ ।	३२.१ ।	६०.० ।	०.४ ।
७७४।५६.९ ।	२५४.५ ।	२००.० ।	९५.८ ।
०।५९.० ।	५४.५ ।	.० ।	।

७७५।५५.९ ।
- ७२०

५५।५५.९ ।
मध्यमचन्द्रः

अत्र विशेषः —१९६.३३ संस्कृताष्टमोपकरणात् ४३ पृष्ठस्य पञ्चम ५ कोष्ठात् फलं तदेव मध्यमचन्द्रे, एवं चं०+रा अत्र योगे कृते सत्येकत्र विमण्डलीयश्चन्द्रो भवति। ततः संस्कृतनवमस्थानात् १८२.७ पृष्ठ ९६, कोष्ठ-६ षष्ठेन कक्षा-परिणतिसंस्कारेण ६.४ विमण्डलीयचन्द्रः संस्क्रियते, तदा स्पष्टचन्द्रो भवति।

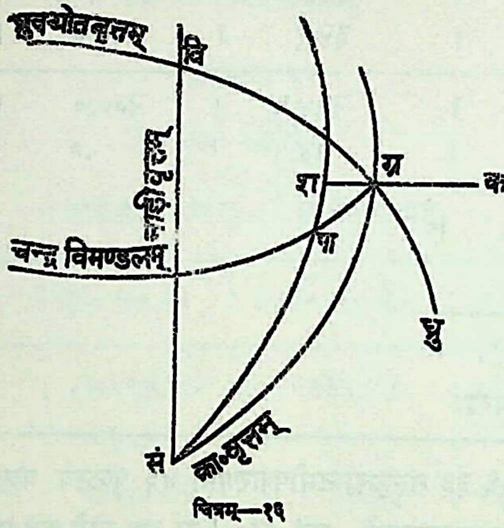
मध्यमचन्द्रः ५५।५५.९+९।५०.१=६५°।४६′.०। विमण्डलीयश्चन्द्रः ६५°।४६′.०+ ६.४ विमण्डलीयश्चन्द्रः। ६५°।५२′ ४=रा० २।५°।५२°।२४″

भवृत्तीयश्चन्द्रस्फुटः।

पातशरस्पष्टविषुवांशक्रान्त्यानयनम्

प्रतिपादितचरमिदं यद् रविः क्रान्तिवृत्ते भ्रमति, ग्रहाश्च स्वस्वविमण्डले भ्रमन्ति। तत्र ग्रहाणां विमण्डलानां धरातलानि क्रान्तिवृत्तधरातलेन सह प्रावण्यमुपेतानि सन्ति। तेन ग्रहविमण्डलक्रान्तिवृत्तधरातलाभ्यां कोणाः समुत्पद्यन्ते। त एव कोणाः **'परमशरत्वेन'** विज्ञाप्यन्ते, किं वा **परमशराः** कथ्यन्ते। क्रान्तिविमण्डलसम्पाताश्च **पातशब्देनोच्यन्ते**। सर्वेषां ग्रहाणां पाता ग्रहगतिदिग्वैपरीत्येन भ्रमन्ति। वक्तव्याशयोऽयं यद् ग्रहाः पश्चिमतो पूर्वस्यां चलन्ति, पाताश्च पूर्वतः पश्चिमस्यां भ्रमन्ति। **विमण्डलस्थ ग्रहस्य कदम्बप्रोतवृत्ते क्रान्तिवृत्ततोऽन्तरं शरो विक्षेपो वेत्युच्यते।**

चन्द्रस्य विमण्डलं क्रान्तिवृत्तेन सहांशपञ्चकमितं ५° कोणमुत्पादयति। तस्य पातश्च **राहुशब्देनोच्यते**। राहुतः षड्भान्तरितोऽपरः सम्पातश्च **केतुशब्देनोच्यते**।



चित्रम्—१६

क्षेत्रपरिचयो यथा—

संवि = नाडीमण्डले विषुवांशाः ।

ग्रवि = ग्रहगतध्रुवप्रोते क्रान्त्यंशाः ।

ग्रश = कदम्बप्रोते शरः ।

क्रान्तिवृत्ते पातस्थानाद् ग्रहस्थानावधि चापांशाः=ग्रहभोगांशः–पातभोगांशः, चन्द्रो विमण्डले यत्र कुत्रापि स्थितो भवेत्तदुपरि कदम्बप्रोतवृत्तं क्रान्तिवृत्ते यत्र लग्नं ततश्चन्द्रबिम्बावधि शरांशा इति पूर्वं कथितमेव ।

तस्यानयनं तु चापीयत्रिकोणमित्या—

यथा क्षेत्रे पाग्रश चापजात्ये—

पाश = क्रान्तिवृत्तीयो भुजः ।

∠ग्रपाश = परमशरांशाः ५ मिताः ।

∠ग्रशपा ९० अतोऽस्य चापजात्यत्वात् ।

"चापजात्ये कोणलग्नभुजज्याकोणमाहृतिः" इत्यादिना

चापीयप्रथमसूत्रेण—

$$\frac{\text{ज्यापाश} \times \text{स्प} \angle \text{ग्रपाश}}{\text{त्रि}} = \text{स्प शग्र चापं शरांशाः ।}$$

ततो 'ग्र' बिन्दौ ध्रुवबिन्दोः कृतं ध्रुग्रवि वृत्तं ध्रुवप्रोतवृत्तं नाडीवृत्तं 'वि' बिन्दौ छिनत्ति । तेन—

ग्रवि = क्रान्त्यंशाः ।

संवि = विषुवांशाः ।

अनयोरानयनमत्र क्रियते—एतदर्थं 'सं' बिन्दौ 'ग्र' बिन्दुगतमेकं 'संग्र' चलवृत्तं विधेयम् । तत्र संग्रवि चापजात्ये ग्र वि क्रान्त्यंशाः । संवि = विषुवांशाः । चलवृत्ते संग्र = भुजांशाः = कर्णांशाः । इमे सर्वेऽज्ञाता एव । किन्तु संग्रश चापजात्ये संश क्रान्तिवृत्तीयभुजांशा ज्ञाताः । ग्रश शरांशा ज्ञाताः । ततोऽत्र ग्रसंश मानमानीय ∠ शं सं वि कोण इत्यस्मिन् संयोजनेन ∠ग्र सं वि मानं ज्ञातं भविष्यति । तस्मात् प्रथमं ∠ ग्रसंश मानं साध्यते ।

"चापजात्ये कोणलग्नभुजज्याकोणमाहृतिः" इत्यादिचापीयत्रिकोणमितिप्रथमसिद्धान्तेन—

$$\frac{\text{स्प} \angle \text{ग्रसंश}}{\text{स्प ग्रश}} = \frac{\text{त्रिज्या}}{\text{संशज्या}}$$

$$\text{स्प} \angle \text{ग्रसंश} = \frac{\text{त्रि} \times \text{स्प ग्रश}}{\text{ज्या संश}}$$

क्षेत्रपरिचयः —

सं स्था अ = क्रान्तिवृत्तम् ।
सं वि य = नाडीवृत्तम् ।
क ध्रु अ य = अनयप्रोतवृत्तम् ।
ध्रु ग वि = ग्रहोपरिगतकदम्बप्रोतम् ।
सं ग्र लं = सम्पातग्रहयार्लग्नं चलवृत्तम् ।
तत्र सं ग्रस्था चापजात्ये—
संस्था = क्रान्तिवृत्तीयग्रहभुजांशाः ।
ग्रस्था = ग्रहशरः,
ततश्चापजात्यप्रथमसाध्येन—

$$\frac{\text{स्प} \angle \text{ग्र संस्था}}{\text{स्प ग्रस्था}} = \frac{\text{त्रि}}{\text{ज्या संस्था}}$$

लेख्य १७

$$\text{स्प} \angle \text{ग्र संस्था} = \frac{\text{त्रि} \times \text{स्प ग्रस्था}}{\text{ज्या संस्था}} = \frac{\text{त्रि} \times \text{स्प शर}}{\text{भुजज्या (क्रा० वृ०)}}$$

अस्य चापांशाः

$\angle$ ग्र संस्था=आद्यकोणः

$\angle$ अ सं य $\pm \angle$ ग्र संस्था $= \angle$ल सं य=परसंज्ञकः=रविपरमक्रां$\pm$आद्य=

पर ग्र संस्था चापजात्ये चापजात्यतृतीयसाध्येन—

$$\frac{\text{त्रिज्या}}{\text{कोज्या} \angle \text{ग्रसंस्था}} = \frac{\text{स्प संग्र}}{\text{स्प संस्था}} = \frac{\text{त्रि}}{\text{आद्यकोणकोज्या}} = \frac{\text{स्प संग्र}}{\text{स्प क्रा० भुजांशाः}}$$

$$\text{स्प संग्र} = \frac{\text{त्रि} \times \text{स्पक्रां भुजांशाः}}{\text{आद्यकोणकोज्या}} \text{।}$$

सायनभोगशराभ्यां विषुवांशानयनम्

चित्रम्—१८

स$_1$ स्था अस$_2$ = क्रान्तिवृत्तम्
स$_1$ वि द सं$_2$ = नाडीवृत्तम्
क ध्रु अय = अयनप्रोतवृत्तम्
क ध्रु = अय = परमक्रान्तिः
ग्र = ग्रहबिम्बम् । स्था = क्रान्तिवृत्ते ग्रहस्थानम्
ग्रस्था = ग्रह शर । ग्र वि = बिम्बीयक्रान्तिः
ध्रु ग्र वि = ग्रहोपरिगतध्रुवप्रोतवृत्तम् । ध्रु ग्र = बिम्बीयद्युज्याचापांशः ।
अ स्था चापं = ∠स्था क अ = (९० − भुज) ।
चापं वि य = ∠वि ध्रु य = (९० − वि) ।
क ग्र = (९० − शर) = शरकोटिः
क ध्रु ग्र चापीयत्रिभुजे ज्ञातावयवाः

क ग्र = शर कोटि क ध्रु, ∠ग्र क ध्रु अस्मिन् भूकोटिजीवास्त्रिगुणा इत्यादिना—

$$\text{कोज्या } \angle \text{ग्र ध्रु क} = \frac{\text{कोज्या क ग्र} - \text{कोज्या ध्रु ग्र} \times \text{कोज्या ध्रु क}}{\text{ज्या क ध्रु} \times \text{ज्या ध्रु ग्र}} \text{ ।}$$

$$\text{विज्या} = \frac{\text{शरज्या} - \text{क्रांज्या} \times \text{पद्युज्या}}{\text{प क्राज्या} \times \text{द्युज्या}}$$

पुनः क ध्रु ग्र त्रिभुजे कोणानुपातेन—

$$\frac{\text{ज्या } \angle \text{ध्रु क ग्र} \times \text{ज्या क ग्र}}{\text{ज्या ध्रु ग्र}} = \text{ज्या } \angle \text{क ध्रु ग्र—वि कोज्या ।}$$

$$\frac{\text{विज्या}}{\text{वि कोज्या}} = \frac{\dfrac{\text{शज्या} - \text{क्राज्या} \times \text{पद्युज्या}}{\text{प क्राज्या} \times \text{द्युज्या}}}{\dfrac{\text{भू कोज्या} \times \text{श कोज्या}}{\text{द्युज्या}}} \text{;}$$

$$\text{वि स्प} = \frac{\text{शज्या} - \text{क्राज्या. प द्युज्या} \times \text{द्युज्या}}{\text{प क्रांज्या} \times \text{द्युज्या} \times \text{भु कोज्या} \times \text{शकोज्या}}$$

$$= \frac{\text{शज्या} + \text{क्रांज्यी} \times \text{प द्युज्या}}{\text{प क्रांज्या} \times \text{भु कोज्या} \times \text{शकोज्या}}$$

क्रांज्या = कोज्या ध्रु ग्र – 'कोणकोटिज्यका ज्ञातबाह्वोर्ज्याभ्याम्' इत्यादिना क्रोज्या ध्रु ग्र = कोज्या ∠ ग्र क ध्रु × ज्या क ग्र × ज्या ध्रु क + कोज्या-क ग्र × कोज्या ध्रु क

क्रांज्या = भुज्या × शकोज्या × पक्रांज्या + शरज्या × पद्युज्या
क्रांज्यास्वरूपस्य पूर्वसमीकरणे समुत्थापनेन

$$\text{विस्प} = \frac{\text{शज्या} + \text{भुज्या. शकोज्या. प्रक्रांज्या} + \text{शज्या. पद्युज्या. पद्युज्या}}{\text{पक्रांज्या. भु कोज्या. श कोज्या}}$$

$$= \frac{\text{शरज्या} + \text{भुज्या. शकोज्या. पक्रांज्या. पद्युज्या} + \text{शज्या. पद्युज्या}^2}{\text{पक्रांज्या. भु कोज्या. शकोज्या}}$$

$$= \frac{\text{शरज्या } (1 - \text{पद्युज्या}^2) + \text{भुज्या. शकोज्या. पक्रांज्या. पद्युज्या}}{\text{पक्रांज्या. भुकोज्या. शकोज्या}}$$

$$= \frac{\text{शज्या. पक्रांज्या}^2}{\text{पक्रांज्या. भुकोज्या. शकोज्या}} + \frac{\text{भुज्या. शकोज्या. प्रक्रांज्या पद्युज्या}}{\text{पक्रांज्या. भुकोज्या शकोज्या}}।$$

$$= \frac{\text{शरस्प. पक्रांज्या}}{\text{भुकोज्या}} + \text{भु स्प. पद्युज्या}।$$

भोगशराभ्यां क्रान्त्यानयनम्

प्रकृतिक्षेत्रे

क ध्रु ग्र त्रिभुजे—

∠ग्र क ध्रु = भोगकोटिः ∴ ज्ञात एव

क ध्रु = परमक्रान्तिः

क ग्र = शरः

भुजद्वयस्य तदन्तर्गतकोणस्य ज्ञानेन—

"कोणकोटिज्यकाज्ञातबाह्वोर्ज्याभ्यां हता हृता" इत्यादिना

$$\frac{\text{कांज्या } \angle \text{ ग्र क ध्रु} \times \text{ज्या क ध्रु} \times \text{ज्या क ग्र}}{\text{त्रि}^2} + \frac{\text{कोज्या क ग्र} \times \text{कोज्या क ध्रु}}{\text{त्रि}}$$

= कोज्या ध्रु ग्र = ज्या ९० − द्यु = क्रांज्या

$$\text{क्रांज्या} = \frac{\text{भोज्या} \times \text{पक्रांज्या} \times \text{शकोज्या}}{\text{त्रि}^2} + \frac{\text{शज्या} \times \text{पद्युज्या}}{\text{त्रि}}$$

$$= \frac{\dfrac{\text{भोज्या} \times \text{शकोज्या}}{\text{त्रि}^2} + \dfrac{\text{शज्या} \times \text{पद्युज्या}}{\text{त्रि}}}{\text{पक्रांज्या}}$$

॥ इति तृतीयोऽध्यायः ॥

॥ अथ चतुर्थोऽध्यायः ॥

पर्वान्तसाधनम्

सूर्यग्रहणं नाम चन्द्रबिम्बेनाच्छादितस्य रविबिम्बस्यांशतः पूर्णतो वा पिधानम्। तच्च तदेव सम्भवितुमर्हति, यदा किल चन्द्ररवी उभावप्येकस्मिन्नेव कदम्बप्रोतवृत्ते स्याताम्। स एव कालोऽस्माभिरमान्तशब्देन व्यपदिश्यते। रविचन्द्रस्पष्टीकरणरीतिमनुरुध्येदमनुपातेन साधितं सत् सूक्ष्मतां नावहतीति स्फुटं गणितज्ञानाम्। अत एवानुपातेनागतेऽमान्तकाले भूयोऽपि रविचन्द्रौ स्फुटीकृत्य गणितेनामान्तकालः साध्यते। स एव ग्रहणोपयोग्यो भवति। एवं पुनरप्यानीतेऽमान्तकाले रविचन्द्रौ स्फुटीकृत्य साधितोऽमान्तोऽपि सूक्ष्मोऽसकृत्कर्मणा साधितः सन् ग्रहणोपयोग्यो भवति।

अत एवाह कमलाकरभट्टः —

[1]अथात्र भाद्यावयवेन तुल्यौ यत्कालिकौ सूर्यविधू स्फुटौ स्तः।
अमान्तसंज्ञोऽस्ति स एव विज्ञेरर्कग्रहार्थं प्रथमं प्रसाध्यः॥ ५॥
ज्ञानं तस्यार्केन्दुजन्यं निरुक्तं तौ तु ज्ञेयौ तस्य विज्ञानतोऽतः।
दर्शान्तोऽसौ चासकृत् सूक्ष्मरीत्या सिद्धौ ज्ञेयौ बुद्धिमद्भिर्ग्रहज्ञैः॥ ६॥

अत्र भट्टाशयोऽयं यत्कालिकौ स्फुटौ रविचन्द्रौ राश्याद्यवयवेन तुल्यौ भवतः, स एवामान्तसंज्ञः कालः प्रथमं रविग्रहणसाधनार्थं प्रसाध्यः; परन्तु तस्य कालस्य ज्ञानमर्केन्दुतुल्यत्वजन्यं निरुक्तम्। तौ रविचन्द्रौ तस्यामान्तसमयस्य विज्ञानतो ज्ञेयौ भवतः। अतोऽसौ दर्शान्तकालोऽसकृत् पुन पुनः सूक्ष्मरीत्या मतिमद्भिर्ग्रहसाधकैः सिद्धो ज्ञेयः। अत्रान्योन्याश्रयत्वादसकृत्करणमावश्यकमिति विज्ञेयम्।

अत्र युक्तिः — यथाऽमान्तासन्नपूर्वापरसमये रविचन्द्रयोरसमत्वात्तयोरन्तरं भविष्यत्येवातस्तयोरन्तरं यत्किमपि भवेत्तत्कलाः कार्याः। ततो गत्यन्तरकलाभिरेकं दिनं (६० घटिका) तदा साधितान्तरकलाभिः किमित्यनेन स्थूलरूपेण येन कालेन तौ समौ भवेताम्, तस्य कालस्य ज्ञानं कृतम्। ततः पुनरनुपातेन—

---

१. सिद्धान्ततत्त्वविवेके सूर्यग्रहणाधिकारे, श्लोकौ ५, ६।

यदि षष्टिघटीभिः स्वस्वगतिकलास्तदानीतघटीभिः का इत्यतस्तयोश्चालन-कलाः। ताभिः प्राक्पश्चाच्चालितौ तौ प्रायः समौ सम्भवेताम्।

अथ यदि तौ न समौ तदा पुनस्तयोरन्तरं कृत्वा कालज्ञानम्, तद्वशात् पुनश्चालनफलकलाज्ञानम्। तेन तौ संस्कार्यौ। एवं पुनः पुनः करणेन समौ भविष्यतो यत्र काले, स एव स्फुटोऽमान्तकाल इति।

अस्माकं पुरातनाचार्या अनया रीत्या स्फुटममान्तकालं प्रसाध्य सूर्यग्रहण-गणितं कुर्वन्ति स्म। तत्र सूर्यग्रहणे हि लम्बनवशात् स्फुटामान्तकाले ग्रहणं न भवतीति प्राचामाशयः; किन्तु चन्द्रग्रहणे स्फुटपूर्णान्तकाल एव मध्यग्रहणं त आमनन्ति स्म।

यथाह द्वितीयभास्कराचार्यः —

"मध्यग्रहः पर्वविरामकाले" इति।

इदमेव समर्थयता गोलाध्याये गोलसम्बन्धिप्रश्नान् समुत्थापयता तेन प्रोक्तं यत्—

तिथ्यन्ते चेद्ग्रह उडुपतेः किं न भानोस्तदानीम्।

किन्तु सर्वथा तस्य भास्करस्यायमेवाशयो न प्रतीयते, यतो हि ग्रहयुत्यधिकारेऽत्रास्मिन् विषयेऽरुचिं प्रदर्शयन् स एवाह यत्—

युतिर्नाम यदाकाशे ग्रहयोरत्यल्पमन्तरम्।
तच्च प्रायः कदम्बसूत्रस्थयोरेव भवति॥

एतेनावगम्यते यत्—तिथ्यन्ते चेदित्यत्र चेच्छब्देन चन्द्रग्रहणेऽपि मध्यग्रहणं न पर्वान्ते भवतीत्येषारुचिः प्रदर्शिता तेन। अत एव तैः करणकुतूहले पर्वान्तसंस्कार उक्तः। तदनुरूप एव पर्वान्तसंस्कारो गणेशदैवज्ञेनापि प्रतिपादितः।

तद्यथा—

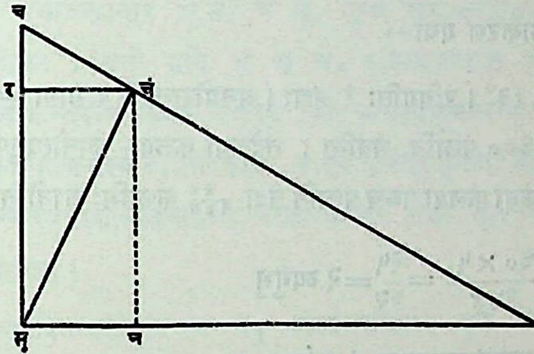
युग्माहतैः व्यगुभुजांशपलैः समैः सा
द्विष्ठा स्थितिर्विरहिता सहितार्कषड्भात्।
ऊने व्यगावुत्तरयाम्याधिके स्थिती स्तः
स्पर्शान्तिमे क्रमगते च तथैव मर्दे॥

(ग्रहलाघवे)

अस्याशयोऽयं यत्पर्वान्तकाले चन्द्रस्थानाद् विमण्डलोपरि कृतस्य लम्बस्य मूलं यत्र निपतति, तस्मात्क्रान्तिवृत्तोपरि लम्बं विधायैतल्लम्बमूलपर्वान्तयोः क्रान्तिवृत्ते यदन्तरं तत्सम्बन्धिकालो यदि पर्वान्ते संस्क्रियते, तदा रविचन्द्रयोः केन्द्रान्तर-

स्याल्यल्पतासूचकः कालः समायाति। इदमुक्तं भवति यत् तस्मिन्नेव काले चन्द्रस्य मध्यग्रहणं भवितुमर्हति। अयमेव पर्वान्तसंस्कारशब्देन व्यपदिश्यते। एतेन संस्कृतः पर्वान्तकालो ग्रहणमध्यकालद्योतकः पर्वान्त इति प्राचामाचार्याणां सम्प्रदायः।

क्षेत्रयुक्त्या प्रदर्श्यते—



क्षेत्रम्—२०

म=तिथ्यन्तदर्शको बिन्दुः। ल=ग्रहणमध्यबिन्दुः, विक्षेपस्तु ५° पञ्चांशाः। अत्र त्रिकोणद्वयम्। प्रथमः △ स ल ना, द्वितीयः △ स ल म। यद्यपि म स चापरूपस्तथापि स्वल्पान्तरादेष रूप एव गृह्यते।

अत्र त्रिकोणद्वये—

$$\frac{\text{न ल}}{\text{सल}} = \frac{\text{स ल}}{\text{म ल}} \text{।} \qquad \text{म ल} = \frac{\text{स ल}}{\text{न ल}} \text{ पर्वसंस्कारः।}$$

विक्षेपस्य पञ्चांशमितस्य भुजज्या रूपमितत्रिज्यायां .०८७२ भवति। अत्राकृतौ ∠ स न ल कोणः स्पष्टीकरणार्थं वृहत्तरो दर्शितः। तस्य वास्तविकदर्शनेन सन, ल न तुल्याविति स्वीकारे न हानिः। अतः स न, न ल रेखयोरत्यन्तस्वल्पान्तरादाचार्यैः न ल एव रूपमितो गृहीतः।

न स=व्यगुभुजांशः=१ अंशः। ततः स्वल्पान्तराद् न ल=व्यगुभुजांशः=१ अंशः।

एवमवस्थिते। स ल=.०८७२=$\frac{१}{१२}$ समं भवति। अनेनैव प्रमाणेन म ल= $\frac{१}{१२}$ समं भवति। परन्तु स ल=$\frac{१}{१२}$ एतदुत्थापनेन—

$$म\ ल= \frac{१}{१२}\times\frac{१}{१२}=\frac{१}{१४४}$$ अंशात्मकम्।

$$पर्वसंस्कारो\ मल = \frac{१}{१४४}\times\frac{६०}{१}$$ कलात्मकः।

एतेषां पलीकरणं यथा—

चन्द्रगतिः १३°। रविगतिः १ अंशः। अनयोरन्तरं १२ भागा =७२०′ कलाः। ७२०′ कलाभिः ३६०० पलानि भवन्ति। तदेकया कलया कानीत्यनुपातेन लब्धानि पञ्चपलानि। यदेकया कलया पञ्च पलानि तदा $\frac{६०}{१४४}$ कलाभिः कानीति त्रैराशिकेन—

$$\frac{६०\times५}{१४४}=\frac{२५}{१२}=२$$ व्यगुभु

स्वल्पान्तरादुपपन्नं सर्वम्।

अत्र चन्द्रविमण्डले लम्बं विधाय यो पर्वान्तः साधितस्तस्य कदम्बप्रोतीयपर्वान्तस्य चान्तरं पर्वान्तसंस्कार इति प्रोक्तमेव। तत्र यदि रविचन्द्रयोर्घटीगत्यन्तरेण शरघटीगत्या च नूतनं विमण्डलं विधाय मध्यकाल आनीयते तदापि पर्वान्तसंस्कारेऽकिञ्चित्करमेवान्तरं पतति। इदमेवानुरुद्धय पूर्वाचार्यैः रविचन्द्रगत्यन्तरेण नवीनं विमण्डलं विधाय पर्वान्तकालः साधितः। किन्तु पूर्वप्रतिपादितदिशैव पर्वान्तसंस्कारः कृतः। अत्र **महामहोपाध्यायबापूदेवशास्त्रिभिर्यूरोपदेशीयसरणीमनुसृत्य** ग्रहणमध्यकाल आनीतः। तस्य साधनं त्वधोलिखितरीत्या प्रदर्श्यते[1]—

---

१. संशोधकस्तु—

रवीन्द्वोर्गतिविश्लेषकला एकघटीभवाः।
यास्तथा शरवृद्धेर्वा तद्ह्रासस्य च या कला॥१॥

तद्वर्गैक्यहृताः स्वीयवृद्धिह्रासमार्गणात्।
आप्तेन घटिकाद्येन तिथ्यन्तो हीनसंयुतः॥२॥

ग्रहस्य मध्यसमयो भवेत् सूक्ष्मः सुयुक्तियुक्।
स्वल्पान्तरत्वतो नामायमर्थः प्रोक्तः पुरातनैः॥३॥

अत्र भूसं सरलाकारं क्रान्तिवृत्तखण्डम् । भू पूर्णान्ते भूभा स्थानम् ।

चं सं सरलाकारं विमण्डलखण्डम् । भूचं पूर्णान्तकाले चन्द्रशरः सरलाकारः, एकघटिकायां चं च$_{2}$, चं$_{1}$, च$_{1}$ चन्द्रगतिः ।

भू भू$_{2}$, भू$_{2}$ भू$_{3}$ भूभागतिश्च पूर्णान्तानन्तरमेकघटिकायां भूभा चन्द्रान्तरं भू$_{2}$ च$_{2}$ तुल्यं तत्समानान्तरा तत्समा च स्थिरभूभातो भूच रेखा । एवं पूर्णान्ताद् घटिकाद्वयानन्तरं भूभाचन्द्रान्तरं भू उ, चं उ, तुल्यं तत्समानान्तरा समा च भू चं$_{1}$ रेखा स्थिरभूभातः । अतो यदि चं च च$_{1}$ कल्पितचन्द्रस्य मार्गो भवेत्तदा स्थिरभूभाकल्पितचन्द्रान्तरमिष्टकाले यत्तदेव तदा वास्तवभूभाचन्द्रान्तरम् । अतः स्थिरभूभातो यः कल्पितचन्द्रस्य स्पर्शादिकालः, स एव वास्तवभूभातो वास्तवचन्द्रस्य । इत्थं च यदा स्थिरभूमाकल्पितचन्द्रयाः परमाल्पान्तरं तदा वास्तवयोरपि तदेव मध्यग्रहणमिति भाव्यम् ।

अथ कल्पितविमण्डलोपरि चं सं$_{1}$ साध्यमानोपरि भूल लम्बकरणेन 'ल' लम्बमूले यदा कल्पितश्चन्द्रस्तदा परमाल्पान्तरम्, लम्बस्य सर्वापेक्षया लघुत्वात् । अतः सिद्ध छाद्यच्छादकयोः परमाल्पान्तरं शरसत्त्वे कदम्बप्रोतवृत्तादन्यत्रैव पूर्णान्तादितरत्र मध्यकाल इति । रेखागणितयुक्त्या चं स$_{1}$ कल्पितचन्द्रविमण्डलम् ।

△ चं चं' ल त्रिभुजस्य जात्यत्वात्—

$$\text{चं}_2\,\text{ल}^2 + \text{ल}^2\,\text{चं}' = \text{चं चं}'^2,\ \text{मूलं चं चं}' = \text{हारमूल}$$

$$\text{चं ल} = \frac{\text{श ग} \times \text{पू अं० शर}}{\text{हारमूल}}\ \text{तथा}\ \frac{\text{ग अं०} \times \text{पू अं० श}}{\text{हामू}} = \text{भू ल}$$

अत्र भू ल=मानयोगदलम्, ततो मा यो द^2 − भू ल^2=स्पल^2=

$$= \text{मा यो द}^2 - \frac{\text{ग अं}^2\ \text{पू० अं. श}^2}{\text{हा}_0} =$$

$$= \frac{\text{मा यो द}^2 \times \text{हा} - \text{ग अं}^2 .\ \text{पू अं श}^2}{\text{हार}} = \text{स्पल}^2$$

$$= \frac{\text{मा यो द}^2 \times \text{हा} - \dfrac{\text{ग}^2\text{अं} \times \text{पू अं० श}^2 \times \text{मा यो द}^2}{\text{मा यो द}^2}}{\text{हार}}\ \text{———मूलग्रहणेन}$$

$$\text{स्पल} = \frac{\text{मा यो द}\sqrt{\text{हा} - \frac{\text{ग अं}^2 \times \text{पू अं श}^2}{\text{मा यो द}^2}}}{\text{हा मू}} \text{ । } \frac{\text{१ घटी} \times \text{स्पल}}{\text{हारमूल}} \text{ जातम्}$$

$$\text{स्पल इत्यस्य घटिकात्मकं मानम्} = \frac{\text{मा यो द}\sqrt{\text{हा} - \frac{\text{ग अं}^2 \times \text{पू अं श}^2}{\text{मा यो द}^2}}}{\text{हामू} \times \text{हामू}}$$

$$= \frac{\text{मा यो द}\sqrt{\text{हा} - \frac{\text{ग अं}^2 . \text{पू अं श}^2}{\text{मा यो द}}}}{\text{हार}} = \text{स्पल घटिकात्मकमिति ।}$$

$$\frac{\text{१ घटी} \times \text{चं ल}}{\text{हामू}} = \text{चंल घटीमानं} = \frac{\text{श ग} \times \text{५ अं श} \times \text{१ घटी}}{\text{हामू} \times \text{हामू}} =$$

$$= \frac{\text{श ग. पू अं० श}}{\text{हार}} = \text{चं ल घटीमानम् ।}$$

अत्र नव्यानां विचारः कीदृशः

आधुनिककाले ग्रहणार्थं पर्वान्तसाधनं त्वेकस्मिन् ध्रुवप्रोतवृत्ते रविचन्द्रयोर्योगेन विधीयते । अस्माकं प्राचीनाचार्येषु सिद्धान्तसुन्दरकृतो ज्ञानराजदैवज्ञस्यापीदमेवाभिमतमासीत् । तदुक्तिश्चेत्थम्—

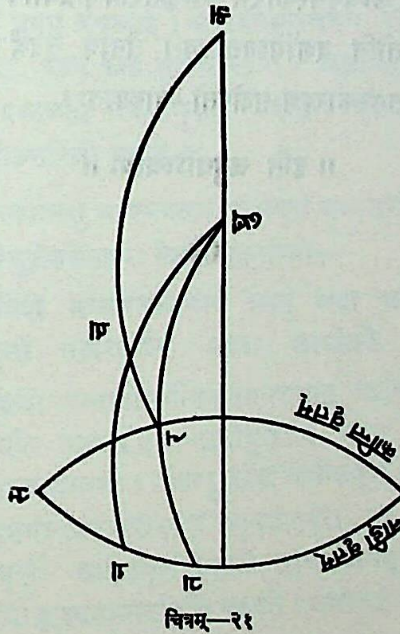
पर्वान्तः किल साधितो भवलये सूर्येन्दुचिह्नान्तरात्
तस्मिन् बिम्बसमागमो नहि यतश्चन्द्रः शराग्रे स्थितः ।
तस्मादायनदृष्टिसंस्कृतविधोरानीततिथ्यन्तके
बिम्बैक्यं भवतीति किं न विहितं पूर्वैर्न विद्मो वयम् ॥

अस्याशयोऽयं यत् पूर्वाचार्यैं रविचन्द्रोपरि कृते कदम्बप्रोतवृत्ते यदा तयोः स्थानं भवृत्ते सममेव सम्पद्येत, तदा पर्वान्तो भवति । स च भवलये साधितत्वाद् रविचन्द्रयोर्बिम्बैक्यसम्पादको न भवति । यतस्तदानीं विमण्डलस्थश्चन्द्रः शराग्रे स्थितो भवति । शराग्रस्थचन्द्रस्य रविणा साकं समागमस्तयोः केन्द्रान्तरस्य परमाल्पत्वसाधको न भवतीति, अतस्तस्य कालस्यानयनार्थमायनदृक्कर्म करणीयं भवति ।

तेन कर्मणा संस्कृतः पर्वान्तकालो रविचन्द्रयोरेकस्मिन्नेव ध्रुवप्रोतवृत्ते स्थितेराधायको भवति ; किन्तु निपुणं गोलविभावनयेदमपि रविचन्द्रयोः केन्द्रान्तरस्य परमाल्पाधायकं न भवति ; किन्तु ग्रहणगणितसौकर्य्यायैतत्स्वीकृतमेव गणितनिपुणैः । सूर्यग्रहणे रविचन्द्रयोर्विषुवांशसाम्यकालस्य परमोपयोगित्वाद् ध्रुवप्रोतवृत्तीयाऽमान्त एवाधुना सर्वत्र व्यवह्रियते ।

अथात्र कदम्बप्रोतीयरविचन्द्रयुतिकालतो ध्रुवप्रोतवृत्तीयरवि चन्द्रयोर्युतिकालः कियताऽन्तरेण सम्भवति, इत्यस्य विवेचनं प्रस्तूयते—

कदम्बप्रोतीयाऽमान्तकाले हि रविचन्द्रयोः केन्द्रान्तरमेव चन्द्रशरः, ततस्तस्मिन् काले सूर्याचन्द्रमसोर्बिम्बयोरुपरि विहितयोर्ध्रुवप्रोतवृत्तयोरन्तरमेव तदानीन्तनायन-दृक्कर्मकला भवन्ति। तत्र हि रविचन्द्रबिम्ब-ध्रुवबिन्दुरूपबिन्दुत्रयगतचापजात्ये ध्रुव-स्थानतश्चन्द्रबिम्बं यावच्चन्द्रद्युज्याचापांशा एको भुजः। ध्रुवस्थानाद् रविबिम्बं यावद् रविद्युज्याचापांशा द्वितीयो भुजः। चन्द्रबिम्बयोरन्तररूपशरांशास्तृतीयो भुजः। अत्र चन्द्रशररविद्युज्याचापाभ्यामुत्पन्नः कोण आयनवलनाख्यः।



चित्रम्—२१

Δ र चं ध्रु चापीयत्रिभुजे

$$\frac{\text{ज्या } \angle \text{ ध्रु र चं} \times \text{ज्या चं र}}{\text{ज्या ध्रु चं}} = \text{ज्या } \angle \text{ चं ध्रु र}$$

$$\frac{\text{आयनवलनज्या} \times \text{शरज्या}}{\text{चन्द्रद्युज्या}} = \text{आयनदृक्कर्मकला}$$

अथवा पूर्वोक्तयुक्त्याऽमान्तकालिकचन्द्रविषुवांशानानीय रविविषुवांशेन सार्धं तस्यान्तरं विधाय लब्धा आयनदृक्कर्मकला। अनेनायनदृक्कर्मणः संस्कृतः पर्वान्तो रविचन्द्रयोर्विषुवांशसाम्यकालावबोधको भवति। तत्राप्यायनदृक्कर्मकलासम्बन्धिरवि-चन्द्रगत्यन्तरेण चालितोऽमान्तकालः स्थूलतयैव विषुवांशसाम्यमादधाति। तेन भूयस्तस्मिन् काले रविचन्द्रावानीय तयोर्विषुवांशान्तरेण पुनः संस्कृतो विषुवांश-साम्यकालो वास्तविकविषुवांशसाम्यकालावबोधको भवति; किन्तु ज्ञानराजेन पूर्वाचार्याणामुपरि यो ह्याक्षेपः समाक्षिप्तः, स पुनरपि विषुवांशसाम्यकालेऽपि तदवस्थ एव। यतो हि रविचन्द्रयोः केन्द्रान्तरस्याल्पत्वं न त्वमान्तकाले भवति, नापि विषुवांशसाम्यकाले। अतस्तदर्थमन्यैव युक्तिर्विधीयते।

तत्र सूर्यग्रहणे लम्बनसंस्कारेण संस्कृतरविचन्द्रयोर्विषुवांशयोः कीदृशेऽन्तरे परमाल्पकेन्द्रान्तरं भवतीति दर्शयिष्यत एव। तेनात्र तदर्थं प्रयत्नो न विधीयते। इत्थं पर्वान्तकालः पर्वान्तसंस्कारश्च संक्षेपतो व्याख्यातः।

॥ इति चतुर्थोऽध्यायः ॥



॥ अथ पञ्चमोऽध्यायः ॥

कालसमीकरणम्

कालसमीकरणशब्दस्यायमर्थो यत् कालयोः मध्यमस्फुटकालयोः समीकरणं तुल्यतासम्पादनम्। तत्र को नाम मध्यमकालः स्पष्टकालश्चेत्यस्य विवेचनमत्रार्थादापतति।

कालो हि रविभ्रमणेन सञ्जायते। रविश्च क्रान्तिवृत्ते भ्रमति, कालश्च नाडीवृत्ते गण्यते। तेन कालगणनायां वैषम्यं सञ्जायते। यदि रविः केवलं नाडीवृत्त एव भ्रममाणोऽभविष्यत्तदा नाडीक्रान्तिवृत्तोभयजन्यकालवैषम्यं तत्र नाभविष्यत्। अतः कालकलनार्थमिदं प्रथमं वैषम्यम्। अपरवैषम्यस्वरूपं त्वीदृग्विधं यत् सूर्यो न खलु तादृशे वृत्ते भ्रमति, यस्य केन्द्रं भूकेन्द्रं स्यात्। अतो हि मध्यमरविभ्रमणजन्यकालः स्पष्टरविभ्रमणजन्यकालतो वैषम्यमुपेतो भवति। आभ्यामेव वैषम्याभ्यां रवेर्मध्यकालः स्पष्टकालतोऽन्तरितो भवति।

तत्र मध्यमकालस्तु मध्यमगत्या नाडीवृत्ते मध्यमरवेर्भ्रमणेन सञ्जातो मन्यतेऽभियुक्तैः। यथा वैङ्कटेशकेतकरः केतकीग्रहगणिते—

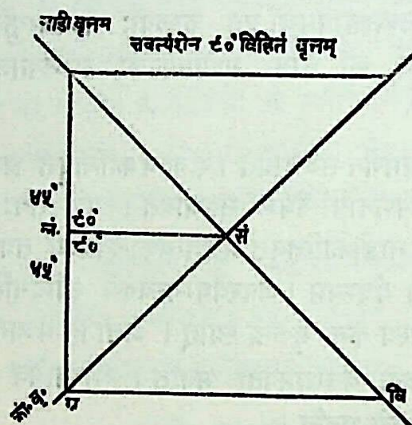
ज्योतिर्विदो मध्यमकालमानं ज्ञातुं सदा मध्यमसायनार्कः।
नाडोवृत्तौ सञ्चरतोति मत्वा तस्योदये वासरमारभन्ते ॥१६॥

अस्यायमाशयो यन्नाडोक्रान्तिवृत्तसम्पातात् क्रान्तिवृत्ते चलितो मध्यमग्रहो यावतोंऽशानतिक्रामति तावन्त एव नाडोवृत्तेऽपि भागा गृहीताश्चेत् तत्रस्थो रविर्नाडीवृत्तोयः सायनमध्यमार्कः। किन्तु रविः क्रान्तिवृत्ते भ्रमति। कालश्च नाडीवृत्ते गण्यते। तेन तादृशमध्यमरव्युपरिकृतं ध्रुवप्रोतवृत्तं यत्र स्पृशति, ततो मध्यमरवेश्चान्तरं नाडीवृत्ते क्रान्तिवृत्तीयनाडीवृत्तीयमध्यमसूर्ययोरन्तरम्। एतच्चान्तरं भास्करादिज्योतिर्विद्भिरुदयान्तरमिति कथ्यते। यथोक्तं भास्कराचार्येण—

मध्यार्कभुक्ता असवो, निरक्षे ये ये च मध्यार्ककला समानाः ॥२०॥
तदन्तरं यत्स्फुटमध्ययोस्तद द्युपिण्डयोः स्याद्विवरं गतिघ्नम्।
हृतं द्युरात्रासुभिराप्तलिप्ता होना ग्रहाश्चेदसवोऽल्पकाः स्युः ॥२१॥
तदन्यथाढ्यास्तु……… ……… ……कर्म ग्रहाणामुदयान्तराख्यम्।

अनया परिभाषया इदमवगतं यद् मध्यमरवेर्विषुवांशभुजांशयोरन्तरमुदयान्तरम्। अतोऽत्रोदयान्तरानयनं प्रस्तूयते।

तत्र विषुवांशभुजांशयोरन्तरज्यारूपमुदयान्तरं यद्यप्यन्तरज्यानयनप्रकारेण साधितम्, तथापि तस्य गौरवग्रस्तत्वात् संक्षिप्तामुदयान्तरज्यानयनप्रक्रियामेव दर्शयामः ।



क्षेत्रम्—२२

क्षेत्रपरिचयो यथा—

सं वि=विषुवांशो नाडीवृत्ते

सं र =भुजांशाः क्रान्तिवृत्ते

सं उ =भुजांशा नाडीवृत्ते

सं उ — सं वि=वि उ चापांशाः, उदयान्तरम्

तस्य ज्या उदयान्तरज्या । तस्यानयनमत्र क्रियते

विषुवांशः, भुजांशः, क्रान्त्यंश इत्यवयवत्रयात्मके चापजात्ये त्रिसक्तावयवगणितप्रसक्त्या—

$$\frac{१}{\text{कोज्या}} = \frac{\text{रविभुजांस्प}}{\text{रविविषुवांस्प}} \text{ योगान्तरनिष्पत्त्या—}$$

$$\frac{१ + \text{कोज्या} \times \text{प क्रांज्या}}{१ - \text{कोज्या} \times \text{प क्रांज्या}} = \frac{\text{भुस्प} + \text{विस्प}}{\text{भुस्प} - \text{विस्प}}$$

$\frac{\text{ज्या भु + वि}}{\text{ज्या भु − वि}}$

ततः —

$$\text{ज्या भु − वि} = \frac{१ - \text{कोज्या. प क्रां}}{१ + \text{कोज्या. प क्रां}} \times \text{ज्या (भु+वि)}$$

ततः सरलत्रिकोणमित्या—

$$\text{ज्या (भु − वि)} = \text{स्प}^{२} \frac{१}{२} \text{ प क्रांज्या} \times \text{ज्या (भु+वि)}$$

विषुवभुजांशसमासशिञ्जिनीघ्नो
परमापमदलभा कृतिर्हि सूक्ष्मा ।
उदयान्तरस्य जीवा
भवति गणितगोलवित्तुष्ट्यै ॥ इत्युपपद्यते ।

अत्रैव यदि विषुवांशभुजांशयोर्योगो नवत्यंशेन तुल्यस्तदा परमोदयान्तरज्या $= \text{स्प}^{२} \frac{१}{२} \text{ प क्रां} \times \text{त्रि}$ ।

अतः —

परमापमदलभाकृतिरिह निहता त्रिभजीवया सुसूक्ष्मा ।
परमोदयान्तरज्या सा स्यादिह गोलमर्धिजिगांसूनाम् ॥

उपर्युक्तसिद्धान्तेन सिद्धमिदं यद् भुजांशः+विषुवांशः=९०°, तदैव परमोदयान्तरमिति ।

एवं परमोदयान्तरस्थले—

भुज्यांशः + विषुवांशः = ९०° = भु + वि

भु − वि = प० उदयान्तरम्

ततः संक्रमणेन—

$$\frac{९० + \text{प० उ०}}{२} = \text{भुजांशः} = ४५° + \frac{\text{प० उ०}}{२} = \text{वृ० राशिः ।}$$

$$\frac{९० - \text{प० उ०}}{२} = \text{विषुवांशः} = ४५ - \frac{\text{प० उ०}}{२} = \text{लघुराशिः ।}$$

अत्र कियन्मिते भुजांशे परमोदयान्तरमिति विषये **म० म० पं० सुधाकरः —**

त्रिज्येषु वेदांशगुणेन निघ्नो जिनार्धकोटिज्यकया विभक्ता।
लब्धस्य चापेन समा भुजांशा यदा तदा स्यात्परमोदयान्तरम् ॥

अस्यायमाशयो यथा—

क प ग र य वि ट सं भू न सं

चित्रम्—२३

ग्र स ट=क्रान्तिवृत्तम् । अत्र ग्र=ग्रहः ।

अस्य भुजांशाः=सं ग्र विषुवांशाः=संवि नाडीवृत्ते ग्रहस्थानान्नवत्यंशेन विहितं क प ट न वृत्तं ग्रहक्षितिजम् ।

अथात्र ग सं+सं वि=९०° परमावस्थायामुदयान्तरस्य तथा ग्र ट=९०° अतः सं ट विषुवांशसमं जातम् ।

वि प = ९० = भु+वि ।

ततः ९० − विषुवांश=भुजांश=प वि − सं वि=सं प

अतः सं ग्र, सं प भुजयोः समत्वाल्लम्बकरणेन

पल=ग्र ल =४५° ।

$$\angle \text{ल सं ग्र} = \frac{१८० - २४}{२} = \frac{१८० - \text{जिनांशः}}{२} =$$

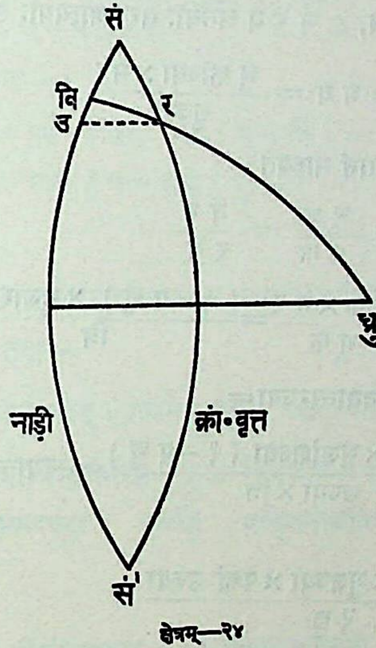
$$= ९० - \frac{\text{जि}}{२} = \text{जिनदलकोटिः}$$

ततः ल सं ग्र त्रिभुजेऽनुपातः—

$$\frac{४५^\circ \text{ ज्या} \times \text{ल}}{\text{जिनदलकोज्या}} = \frac{४५^\circ \text{ ज्या} \times \text{त्रि}}{\text{जि० द० कोज्या}} = \text{भुज्या}$$

चापं भुजांशाः, परमोदयान्तरस्थाने ।

यस्मिन् कस्मिन्नपि भुजांशे उदयान्तरस्यानयनं पूर्वोदितप्रकारतो भिन्न-विधिना संशोधकेनानीतः। तस्योपपत्तिश्च यद्यपि चापीयत्रिकोणमित्या विषुवांश-भुजांशयोरन्तरज्यास्वरूपे विषुवांशानां ज्याकोटिज्ययोः स्वरूपपरिवर्तनेनापि भवति, तथापि शङ्कुच्छिन्नक्षेत्रप्रकारेण सुगमतया तदानयनं सम्भवति।



क्षेत्रम्—२४

यथात्र—

कल्प्यतां सं क र वि सं=नाडीवृत्तम्

सं प म सं=क्रान्तिवृत्तस्य प्रत्येकबिन्दुतो नाडीवृत्तधरातले विहितानां लम्ब-रूपक्रान्तिज्यानां मूले समुत्पन्नं क्रान्तिवृत्तीयं दीर्घवृत्तम्।

ततो हि पक=परमक्रान्त्युत्क्रमज्या=भू क−भू प=क प, म=कस्यापि भुजांशस्य मूलबिन्दुः। अत्र 'म' बिन्दोः भूपलघुव्याससमानान्तरा रेखा न म र विहिता।

∴ भू न=भुजांशकोटिज्या ।

ततः सं र=भुजांशः, भू म=द्युज्या—

वर्धिता सति नाडीवृत्ते 'बि' बिन्दौ लगति । अतः 'सं वि' चापांशाः=विषुवांशास्तेन रविचापांशा विषुवांशभुजांशान्तररूपा उदयान्तरचापांशाः । 'र' बिन्दुतो भू वि त्रिज्यायां विहितो 'र य' लम्बः, उदयान्तरज्या ।

ततः △ म भू न, △ म र य अनयोः सरलजात्ययोः साजात्येन—

$$\frac{\text{भून} \times \text{म र}}{\text{भूम}} = \text{म य} = \frac{\text{भु कोज्या} \times \text{मर}}{\text{द्युज्या}} \text{ ।}$$

ततो हि 'मर' मानं साध्यते—

$$\text{दीर्घवृत्तलक्षणेन } \frac{\text{भू क}}{\text{प क}} = \frac{\text{न र}}{\text{र म}}$$

$$\therefore \text{ र म} = \frac{\text{प क} \times \text{न र}}{\text{भू क}} = \frac{(\text{१} - \text{प द्यु}) \times \text{भुजांशज्या}}{\text{त्रि}} \text{ ।}$$

अस्योत्थापनेनोदयान्तरज्या=

$$= \frac{\text{भुजकोज्या} \times \text{भुजांशज्या } (\text{१} - \text{प द्यु})}{\text{द्युज्या} \times \text{त्रि}} = \text{उदयान्तरज्या ।}$$

अत्र त्रि=१

$$\frac{\text{२ भुजकोज्या} \times \text{भुजज्या} \times \text{पक्रां उज्या}}{\text{२ द्यु}}$$

$$\frac{\text{ज्या २ भुज} \times \text{पक्रां उज्या}}{\text{२ द्युज्या}} = \text{उदयान्तरज्या ।}$$

अत्र संशोधकपद्यमुपपद्यते—

मध्यात् खरांशोरयनांशयुक्ताद् द्विघ्नाद् भुजज्या बृहती विनिघ्नी[1] ।
परापमव्यस्तगुणेन दृघ्न्या द्युजीवयाप्ता उदयान्तरं स्यात् ॥

---

१. मध्यात् खरांशोरयनांशयुक्ताद् द्विघ्नाद् भुजज्या बृहती विनिघ्नी ।
परापमव्यस्तगुणेन दृग्हृत्या द्युजीवयाप्ता ग्रहभुक्तिनिघ्नी ॥
हृता द्युरात्रासुभिराप्तलिप्ता ग्रहे विधेयाः स्वमृणं क्रमेण ।
सहस्ररश्मौ युगयुक्पदस्थैः सुसूक्ष्ममेव ह्युदयान्तरं स्यात् ॥

(सि० शि० ग्रहगणिताध्याये स्प०, पृ० ६५)

अथवा

$$\frac{१}{\text{कोज्यापा}} = \frac{\text{स्पभु}}{\text{स्वपि}}$$

योगान्तरनिष्पत्त्या

$$\frac{१+\text{कोज्यापा}}{१-\text{कोज्यापा}} = \frac{\text{स्पभु}+\text{स्पवि}}{\text{स्पभु}-\text{स्पवि}} = \frac{\text{ज्या}\ (\text{भु}+\text{वि})}{\text{ज्या}\ (\text{भु}-\text{वि})}\ ।$$

$$\text{ज्या भु} - \text{वि} = \frac{१-\text{कोज्यापा}}{१+\text{कोज्यापा}}\ \text{ज्या भु} - \text{वि}$$

सरलत्रिकोणमित्या ।

$$\text{ज्या भु} - \text{वि} = \text{स्प}^{२}\ \tfrac{१}{२}\ \text{पम॰ ज्या}\ (\text{भु}+\text{वि}) = \text{परिणतज्या}$$

$$\text{ज्या वि} - \text{भु} = \text{स्प}^{२}\ \tfrac{१}{२}\ \text{पा॰ ज्या}\ (\text{भु}+\text{वि})\ ।$$

अत्र यदि—

भुजकोटिः क्रान्तिवृत्तीयभुजांशास्तथा विषुवांशकोटिर्विषुवांशाः, एवं पा = परमक्रान्तिः स्वीक्रियते तदा—

भु – वि = उदयान्तरम् । इत्यनेन मदुक्तं पद्यमुपपद्यते—

परमापमदलभाकृतिरिह निहता त्रिभजीवया सुसूक्ष्मा ।
परमोदयान्तरज्या भवति गणितगोलवित्तुष्टचै ॥

भुजान्तरसंस्कारः

पूर्वमभिहितं यद् रवेर्मध्यमस्पष्टकालयोर्यदन्तरं पतति तस्य खण्डद्वयम् । प्रथमं तूदयान्तरसंज्ञकं व्याख्यातमेव । द्वितीयं भुजान्तरं मध्यमस्पष्टरव्योरन्तररूपं मन्दफलाख्यम् । मन्दफलस्यास्य यत्स्वरूपं पुरातनैः प्रतिपादितं तदधुना दृक्संवादं न भजत इति बहुशः परीक्षितचरम् । अतोऽधुनातनैर्दीर्घवृत्तीयसमीकरणेन यन्मन्दफलस्वरूपं प्रतिपादितं तदेवात्र गृह्यते ।

रवेरुच्चनीचस्थानयोर्मन्दफलाभावादस्य संस्कारस्य सत्तैव नास्ति । अनन्तरं तूच्चरेखयोरन्तरेणास्य समुत्पत्तिः । तत्र यदि मन्दकेन्द्रम्=म तदा दीर्घवृत्तीयसमीकरणेन मन्दफलज्या = २ इ × ज्याम, ततो मध्यमरविः=स्पष्टरवि± २ इ × ज्याम ।

स्पष्टमध्यमरव्योरन्तरमेव मन्दफलम् ।

तस्य च वर्षस्य प्रत्येकस्मिन् दिवसे भिन्नभिन्नरूपत्वाद् रवेर्मध्यमस्पष्ट-कालयोरन्तरे भिन्नरूपता समायाति। रवेर्मध्यमकालस्तु सदा समरूपतामेव भजते। स्पष्टकाले हि मन्दफलजन्यवैषम्यं लक्ष्यते। मिथुनार्कस्याष्टादशभागे रवेरुच्चगतत्वात् तत्रानेन संस्कारेण रवेर्मध्यमस्पष्टकालयोरन्तरं न पतति। साम्प्रतं धनुरर्कस्याष्टादशांशेऽपि रवेर्नीचगतत्वादस्य संस्कारस्य शून्यत्वमेव। मध्ये षड्मासाभ्यन्तरं संस्कारस्यास्य ऋणत्वान्मध्यमकालः स्पष्टकालतोऽधिकमेव भवति।

एवमेव धनुरर्कस्याष्टादशभागतो मिथुनार्कस्याष्टादशभागं यावद् मन्दफल-संस्कारस्य धनगतत्वाद् रवेर्मध्यमकालः स्पष्टकालतो न्यून एव भवति।

कन्यार्काष्टादशभागे संस्कारस्यास्य परमत्वं भवति, तेन तत्र रवेर्मध्यमस्पष्ट-कालयोरेतत्संस्कारजन्यमन्तरं परममृणं ७.७ मिनटात्मकं भवति। तथैव मीनार्कस्याष्टादशांश एतावदेवान्तरं स्पष्टमध्यमकालयोर्धनात्मकं भवति।

पूर्वोक्तमुदयान्तरसंस्कारजन्यं रविमध्यमस्पष्टकालयोरन्तरं २१ मार्च २२ सितम्बरयोर्वसन्तशरत्सम्पातकालयोः शून्यं भवति। तथैव २१ जून २१ दिसम्बर-दिवसयोरपि दक्षिणायनोत्तरायणारम्भकालयोरप्येतदन्तरं शून्यं भवति। मध्ये प्रथमपदे मध्यमकालतः स्पष्टकाल ऊनो भवति, द्वितीयपदे चाधिकः। पुनस्तृतीयपद ऊनः, एवं चतुर्थपदे चाधिकः।

अतो वर्षस्य प्रत्येकदिनाङ्क उभयोः संस्कारयोर्धनर्णतावशेन मध्यमस्पष्टरवेः कालयोर्यदन्तरं पतति तत्कालसमीकरणमिति व्यपदिश्यते। तत्र परमोदयान्तरमानं तु पूर्वसमीकरणेन—

परमोदयान्तरज्या = स्प² $\frac{१}{२}$ परमक्रान्ति × त्रिज्या

परमक्रान्तिः = २३° । २६′ । ४०″

अस्यार्धं $\frac{१}{२}$ = ११° । ४३′ । २०″

लघुरिक्थ्यं स्प $\frac{१}{२}$ २३° । २६′ । ४०″ = ९.३१७००६६

लघु स्प² ११° । ४३′ । २०″ = १० – ८.६३४०१३२ – १० =

परमोदयान्तरज्या

तदा ८.६३४०१३२ = प० उ० अंज्या लघु०

अस्याश्चापं = २° । २८′ । ५५″ अस्य मिनटात्मकं मानम् = मि० ९। ५५ से० । ४० प्र० से० = परमोदयान्तरकालः

परमोदयान्तरकालः = ९.९ मिनटात्मकः।

परममन्दफलम् = ७.७।

परमभुजान्तरकालः = ७.७ मिनटात्मकः।

रवेः "२ इ" इदं १°। ५६ इत्यस्य ज्या भवति, तेनैतत्समुत्थः कालः ७.७ मिनटात्मको भवति। ततः कालसमीकरणम्=मि० ९.९ ज्या २ भु=मि० ७.७ ज्याम० के०। अत्र हि स्वल्पान्तराद् द्विगुणद्युज्याहरस्त्रिज्यातुल्यः कल्पितः। त्रि=१।

अथवा भास्करीयपद्धत्योदयान्तरज्या=प० उ० × ज्या २ भु।

अतः कालसमीकरणम्=९.९ मि० × ज्या २ भु+७.७ ज्यारविमन्दकेन्द्रम्।

=९.९ मि० × ज्या २ भु±७.७ ज्या रवि मं० के०।

कालसमीकरणं हि वर्षे वारचतुष्टयं शून्यतामुपयाति। एतदुक्तं भवति यद् वारचतुष्टयं स्पष्टकालो मध्यमकालेन तुल्यो भवति। अत इदं परिलेखपद्धत्यापि (ग्राफिकल मेथड) व्यक्तीकर्तुं शक्यते।

एतदर्थमधोलिखितं चित्रं दर्शनीयम्।

कदा कदा शून्यो भवति	कदा कदा परमो भवति
१ सितम्बर	१२ फरवरी
२५ दिसम्बर	४ नवम्बर
१४ जून	२६ जुलाई
१६ अप्रैल	१६ मई

एवमत्र संक्षेपेण कालसमीकरणं विवेचितम्।

॥ इति पञ्चमोऽध्यायः ॥

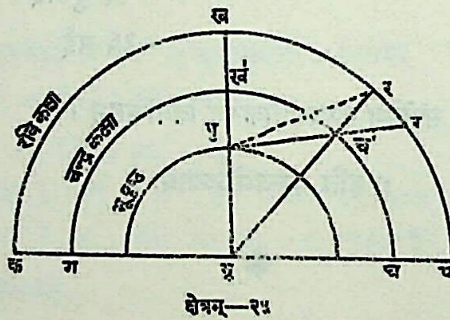


॥ अथ षष्ठोऽध्यायः ॥

लम्बनम्, नतिः प्राचीनार्वाचीने उभे अपि

किन्नाम लम्बनमिति जिज्ञासायां लम्ब्यत इति लम्बनम् । कस्मात् को लम्बितो भवतीति प्रश्ने कोऽपि ग्रहो भूगर्भापेक्षया भूपृष्ठाल्लम्बितो भवति । अत्रेदमुक्तं भवति यतो भूगर्भस्थः पुरुषो यावद्भिरंशैर्ग्रहं नतं पश्यति तदानीमेव भूपृष्ठस्थः पुरुषः कस्मिन्नपि काले ततोऽधिकैरेवांशैस्तं ग्रहं नतं पश्यति । तत्काले उभयोर्नतांशयो-रन्तरं लम्बनं दृग्वृत्तीयं लम्बनं दृग्लम्बनं वेति कथ्यते ।

गणितेन साधिता ग्रहा यदा परस्परं युतिमुपयान्ति सा युतिर्भूगर्भतो दृश्या भवति । इष्यते च दृश्या युतिः । ततो ह्यनन्तरोक्तं लम्बनं तस्यां युतौ संस्कृत्य भूपृष्ठस्थैरस्माभिर्ग्रहयुतिर्दृग्गोचरीकर्तुं शक्यते । अस्माकं निबन्धे सूर्यग्रहणे रवि-चन्द्रयोरेव भूपृष्ठीया युतिरन्वेष्टव्या । तदर्थं रविचन्द्रयोर्दृग्लम्बनस्यात्र क्षेत्रयुक्त्या परिचयो दीयते—



क्षेत्रम्—२५

क ख प = रविकक्षावृत्तं दृग्वृत्ताख्यम् ।

क खं घ = चन्द्रकक्षावृत्तम् ।

भू = भूकेन्द्रम् ।

पृ = भूपृष्ठोपरि भूपृष्ठस्थानम् ।

र = रविकक्षायां रविबिम्बकेन्द्रम् ।

चं = चन्द्रकक्षायां चन्द्रबिम्बकेन्द्रम् ।

ख = खमध्यं रविकक्षायाम् ।

ख' = खमध्यं चन्द्रकक्षायाम् ।

गर्भीयनतांशाः = ∠पृ भू चं चन्द्रस्य ।

पृष्ठीयनतांशाश्चन्द्रस्य = ∠ ख' पृ चं ।

अनयोरन्तरम् ∠ पृ चं भू = दृग्लम्बनं चन्द्रस्य ।

एवं रवेरपि ∠ पृ र भू = दृग्लम्बनं सूर्यस्य ।

अनयो रविचन्द्रयोर्दृग्लम्बनान्तररूपं दृग्लम्बनम् = ∠ र पृ चं ।

अत्र स्फुटमवलोक्यते यच्चन्द्रकक्षायां चन्द्रो रविदृक्सूत्राद् भूपृष्ठस्थद्रष्टुः कृते लम्बितो दृश्यते ।

अत एवोक्तं भास्करेण—

दृक्सूत्राल्लम्बितश्चन्द्रस्तेन तल्लम्बनं स्मृतम् ।

अर्थाद् दृक्सूत्रगर्भसूत्रयोरन्तरं कक्षायां लम्बनं भवतीति फलितोऽर्थः । एवं खमध्ये गर्भसूत्रदृक्सूत्रयोरैक्याद् दृग्लम्बनाभावः । परमत्वं च भूपृष्ठक्षितिजे, दृक्-सूत्राभ्यामुत्पन्नकोणस्य परमाधिक्योपलब्धेरिति ।

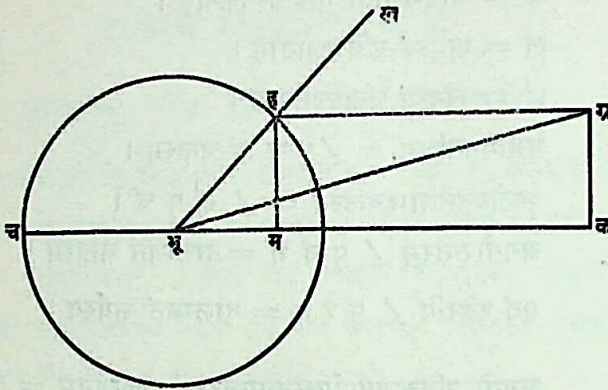
पाश्चात्यानां मतेन लम्बनानयनम्

लम्बनशब्देनास्माकमभिप्रेतमिदं यद् भूगर्भतो नतस्याकाशीयपिण्डस्य भूगर्भीय-नतांशेभ्यस्तस्य नतेः पृष्ठीया नतांशाः कियदन्तरिता विद्यन्ते । वक्तव्याशयोऽयं यद् भूपृष्ठीयभूगर्भीयग्रहकर्णाभ्यां ग्रहकेन्द्र उत्पद्यमानः कोण एव लम्बनमिति । रेखागणित-युक्त्याकाशे पिण्डस्य भूगर्भीयभूपृष्ठीयनतांशयोरन्तरमेव कोणः सम्पद्यते ।

क्षेत्रपरिचयो यथा—

कल्प्यतां भू = भूगर्भः । दृ = दृष्टिस्थानम् ।

भूदृ = भूव्यासार्द्धम् । ख = खमध्यः । ग्र = ग्रहबिम्बम् ।



क्षेत्रम्—२६

अत्र क्षेत्रे—

∠ ख दृ ग्र = ∠ दृ भू ग्र ।

अर्थात् पृष्ठीयनतांशाः —गर्भीयनतांशाः = लम्बनांशाः ।

इदं लम्बनं दृग्वृत्ते सम्भूतत्वाद् दृग्लम्बनमिति कथ्यते । अस्यानयनं तु सरल-त्रिकोणमित्या सरलतया भवितुमर्हति ।

यथा—

दृ ग्र भू त्रिभुजे

$$\frac{\text{ज्या} \angle \text{ भू दृ ग्र} \times \text{भू दृ}}{\text{भू ग्र}} = \text{ज्या} \angle \text{ भू ग्र दृ} \text{ ।}$$

$$= \frac{\text{पृष्ठीयनतांशज्या} \times \frac{1}{2} \text{ भूव्यासः}}{\text{ग्रहकर्णः}} = \text{दृग्लम्बनज्या} = \text{ज्या} \angle \text{ भू ग्र दृ} \text{ ।}$$

ग्रहकर्णः = त्र । भूव्यासार्धः = प । पृष्ठीयनतांशाः = न । ततो दृग्लम्बनम् = ल ।

$$\text{लम्बनज्या} = \frac{\text{ज्यान} \times \text{प}}{\text{त्र}} \text{ ।}$$

अत्र यदि पृष्ठीयनतांशा नवत्यंशतुल्यास्तदा परमं लम्बनं भवितुमर्हति।

ततः परमलंज्या $= \frac{\text{त्रि} \times \text{प}}{\text{त्र}}$ । त्रि $= १$

परमलम्बनज्या $= \frac{\text{प}}{\text{त्र}}$ ।

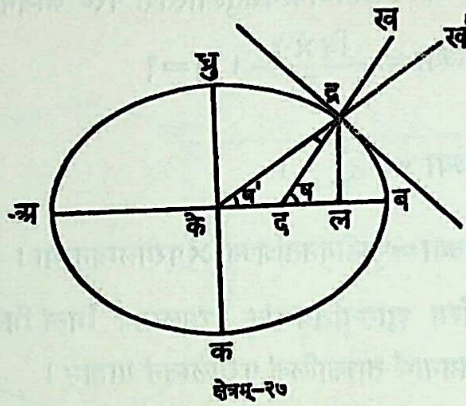
ततो लम्बनज्या = पृष्ठीयनतांशज्या × परमलम्बनज्या।

अत्र ग्रहकर्णस्य ह्रासवृद्धिवशात् परमलम्बनं भिन्नं भिन्नं सम्पद्यते। तेन ग्रहणादिषु लम्बनानयनार्थं तात्कालिकं परमलम्बनं ग्राह्यम्।

इदं परमलम्बनं क्षैतिजं लम्बनमिति कथ्यते। अत्रेदमप्यवधेयं यद् दीर्घवृत्ताकृतौ भूपिण्डे 'भूपृ'मानमप्यक्षांशवशाद् भिन्नं भिन्नं भवति। तेन ग्रहणसाधनावसरे स्वाक्षांशीयपृष्ठोच्छ्रितिमानमानेतव्यं भवति। नाडीवृत्तीयं पृष्ठोच्छ्रितिमानमाकलय्यैव पञ्चाङ्गेषु परमलम्बनमानीतं भवति। तत्तु नाडीवृत्तीयं क्षैतिजं लम्बनमिति कथ्यते। एवं सूर्यस्य परमलम्बनम् = ८″.८ विकलामितं भवति।

चन्द्रस्य मध्यमं क्षैतिजपरमलम्बनम् = ३४२२″ विकलामितं भवति। अस्य परिवर्तनं चन्द्रबिम्बानुसारं भवति। यदा चन्द्रबिम्बस्य परमत्वं तदैव लम्बनस्यापि परमत्वम्। यदा च चन्द्रबिम्बस्य परमलघुत्वं तदा लम्बनस्यापि परमं लघुत्वम्। चन्द्रगत्यानयनप्रकरण इदं सम्यगुपपादितमेव।

पूर्वक्षेत्रेण सिद्धं यल्लम्बनं भूकेन्द्रतो भूपृष्ठस्थद्रष्टुर्दूरत्वायत्तं भवति। प्राचीनाचार्यैः सर्वत्र भूगोलपिण्डस्य गोलाकृतिरेवाङ्गीकृता। किन्त्वधुनातनैर्विद्वद्भिः समुद्रयात्रादिप्रसङ्गेन भूपिण्डस्य गोलालाबुफलसंस्थानत्वं निर्णीतम्। तत्तु दीर्घवृत्तस्य लघुव्यासोपरि दीर्घवृत्तार्द्धभ्रमणेन जायमानपिण्डमेव भवति। तत्र तस्य भूपिण्डस्य नाडीवृत्तीयः परिधिर्बृहद्व्यासरूपव्यासात्मकः। तत्र ध्रुवद्वयमतेनैकेन याम्योत्तरवृत्तेन च्छिन्नं भूपिण्डं यद्दीर्घवृत्तमुत्पादयति, तस्य प्रत्येकपरिधिगतप्रदेशस्य भूकेन्द्रतो दूरत्वं भिन्नं भिन्नं भवति। तत्र स्थितानां द्रष्टॄणां खमध्यगतोर्ध्वाधरसूत्रमपि भूकेन्द्रं भित्वा न यास्यति। तेन प्रत्येकस्थाने पृष्ठीयगर्भीयाक्षांशयोरपि भेदः समुत्पत्स्यत एव। ततस्तयोरन्तरमप्याकलनीयं भवति।



क्षेत्रम्–२७

तदर्थं क्षेत्रदर्शनम्—

द्र ल=लम्बः। कोटि=र।

ल के=भुजः=य।

अ क व ध्रु याम्योत्तरधरातलेन च्छिन्नं भूपिण्डम्।

द्र=द्रष्टुः स्थानम्।

तत्र स्पर्शरेखायां ख द्र द लम्बः। के द्र ख द्रष्टृस्थानतो भूकेन्द्रगतं सूत्रम्। अ के व=नाडीवृत्तीयो व्यासः।

ध्रु के क=लघुव्यासः।

∠ ख द व=पृष्ठीयाक्षांशाः=ष=पृ० अ० स्प।

∠ खं के व=गर्भीयाक्षांशाः=षं=ग० अ० स्प।

अनयोरन्तरमक्षांशसंस्कारः=सं

तत्र तावदस्यानयनार्थं दीर्घवृत्तीयोपकरणानि प्रयुज्यन्ते।

तत्र दीर्घवृत्तीयबृहद्व्यासः=क।

लघुव्यासः=अ।

दीर्घवृत्तलक्षणेन $अ^{२}=क^{२}(१-इ^{२})$।

[1]तथा च—

$$\frac{य^2}{क^2} + \frac{र^2}{अ^2} = १$$

तेन पृष्ठीयाक्षांशस्पर्श = स्प ष।

$$स्प\ ष = \frac{र_0 \times क^2}{य_0 \times अ^2}।$$

$$\frac{र}{य} = स्प\ ष' = \frac{अ^2 \times स्प\ ष}{क^2} = (१ - इ^2) \times स्प\ ष।$$

अतो भारतीयसिद्धान्तग्रन्थेषु कल्पिता पलभा द्वादशाङ्गुलशङ्कुरूपत्रिज्याया-मक्षांशस्पर्शरेखा भवति। अत्र हि वेधोपलब्धपलभा यदि गर्भीयाक्षांशसंजातपलभायां परिणम्यते, तदा सा पृष्ठीयाक्षांशपलभा भूपिण्डीयदीर्घवृत्तस्य समानसम्बन्धात्मिका (इ) वर्गोनरूपेण गुणिता सती गर्भीया पलभा भवतीति स्फुटीभवति।

अतो महामहोपाध्याय-पं० सुधाकरेणाप्युक्तम्—

निष्पत्तिजातकृतिहीनशशाङ्कनिघ्नी
वेधोपलब्धपलभा पलभा भवेत्सा[2]॥

एवं भूपृष्ठीयाक्षांशतो भूगर्भीयाक्षांशो ज्ञातुं शक्यते। रविग्रहणेऽस्य महानुपयोगः।

अथेदानीं भूकेन्द्रतो पृष्ठोच्छ्रित्यानयनं प्रदर्श्यते—

अथ पूर्वोक्तसमीकरणे $\frac{र}{य} = \frac{क^2}{अ^2}$ स्पष =

$$= \frac{क^2}{अ^2} = \frac{ज्या\ अ\ ष'}{कोज्या\ ष}$$

---

१. तद्व्यासार्धजे वृत्ते भुजकोटिज्यका हि सा।
लघुव्यासे परिणता सैव कोटिमितिर्भवेत्॥

२. निष्पत्तिः = ला (१ − इ^2) = १.९९७१४६० ला। (१ − इ^2) + लास्प अ = ना स्प अ।

$$\text{ततः}\frac{\frac{\text{र}}{\text{क}}}{\text{क० ज्या ष}}=\frac{\frac{\text{य}}{\text{अ}}}{\text{अ० कोज्या ष}}\ ।$$

$$\frac{\left(\frac{\text{र}}{\text{क}}\right)^{२}}{\text{क}^{२}\times\text{ज्या}^{२}\text{ ष}}=\frac{\left(\frac{\text{य}}{\text{अ}}\right)^{२}}{\text{अ}^{२}\times\text{कोज्या}^{२}\text{ ष}}=\frac{१}{\text{अ}^{२}\text{ कोज्या}^{२}\text{ष}+\text{क}^{२}\text{ज्या}^{२}\text{ष}}\ ।$$

$$\text{अतो र}^{२}=\frac{\text{क}^{२}\times\text{ज्या}^{२}\text{ अ}}{\text{अ}^{२}\times\text{कोज्या}^{२}+\text{क}^{२}\times\text{ज्या}^{२}\text{ ष}}\ ।$$

$$\text{य}^{२}=\frac{\text{अ}\times\text{कोज्या}^{२}\text{ ष}}{\text{अ}^{२}\times\text{कोज्या}^{२}+\text{क}^{२}\times\text{ज्या ष}}\ ।$$

$$\text{अतः के द्र}^{२}=\frac{\text{अ}\times\text{कोज्या}^{२}\text{ ष}+\text{क}^{४}\times\text{ज्या}^{२}\text{ ष}}{\text{अ}^{२}\times\text{कोज्या}^{२}\text{ ष}+\text{क}^{२}\times\text{ज्या}^{२}\text{ ष}}\ ।$$

पृष्ठस्थानीयपरमलम्बनानयनम्—पूर्वं प्रतिपादितं यद् भूपिण्डो दीर्घवृत्ताकृतिः। तत्र पञ्चाङ्गेषु सर्वत्र नाडीवृत्तीयव्यासत एव परमलम्बनं संसाध्य विलिख्यते। किन्तु दीर्घवृत्ताकृतिभूपृष्ठीयद्रष्टा भूकेन्द्रात् नाडीवृत्तीयव्यासार्धतुल्योच्छ्रितौ न तिष्ठति। पूर्वप्रकरणे एतत्प्रदर्शितम्।

इष्टभूपृष्ठीयस्थानस्य भूकेन्द्रतः कियदौच्छ्रित्यमिति साधितम्। ग्रहस्येष्टिकालिकनतांशतः साधितं दृग्लम्बनं नाडीवृत्तीयपरमलम्बनानुपातजन्यं भवति। इष्यते च स्वस्थानीयपृष्ठोच्छ्रितिवशेनानीतपरमलम्बनजन्यं दृग्लम्बनम्, ग्रहणे दृश्यतासम्पादनार्थं तस्यैवोपादेयत्वात्।

ततो हि नाडीवृत्तीयं परमलम्बनमिष्टाक्षांशीयपृष्ठोच्छ्रितिजन्यपरमलम्बने परिणमनीयं भवति। तदर्थं गणितं प्रस्तूयते—

$$\text{ना० वृ० परमलंज्या}=\frac{\text{त्रि}\times\text{भू व्या }\frac{१}{२}}{\text{कर्ण}}=\frac{\text{त्रि}\times\text{व}}{\text{क}}$$

अत्र भू व्या $\frac{१}{२}$=व। भूपृष्ठोच्छ्रितिः=व'।

$$\text{इष्ट० पृ० पलंज्या}=\frac{\text{त्रि}\times\text{व}'}{\text{कर्ण}}\ ।$$

$\therefore \frac{\text{ना० वृ० पलंज्या}}{\text{इ० पृ० पलंज्या}} = \frac{\text{व}}{\text{व}'}$

$\therefore$ इ० पृ० पलंज्या $= \frac{\text{ना० वृ० प० लंज्या व}'}{\text{व}}$ ।

अतोऽपि गणितेन साधयितुं शक्यते यदिष्टनतांशवशेन नाडीवृत्तीयपरमलम्बनतः साधितमिष्टदृग्लम्बनं यदीष्टाक्षांशीयदृग्लम्बनत्वेनाभीष्टं भवति तदानुपातेन यदि नाडीवृत्तीयपरमलम्बनेनेदं दृग्लम्बनं तदा—

इष्टाक्षांशीयपरमलम्बनेन किमिति लब्धमिष्टाक्षांशीयदृग्लम्बनम्

$= \frac{\text{इदं पलं} \times \text{इष्टाक्षांश} \times \text{पलं}}{\text{ना० वृ० पलं}}$ ।

अनयोर्लम्बनयोर्द्वयोः सम्बन्धस्तु पूर्वप्रतिपादितेष्टपृष्ठोच्छ्रितिनाडीवृत्तीयव्यासार्धयोर्निष्पत्तितुल्य एव ।

अत्र २५°।१८′ काशिकाक्षांशे उभयोः सम्बन्धो गणितेन प्रदर्श्यते ।

तत्र प्रथमं पृष्ठीयाक्षांशतो गर्भीयाक्षांशानयनं प्रदर्श्यते—

अत्र { क=३९६३.३५ मीलात्मकः=½ बृहद्व्यासः
अ=३९५०.०१ मीलात्मकः=½ लघुव्यासः

ततः $\sqrt{१ - \text{इ}^२} = \frac{३९५०.०१}{३९६३.३५} = .९९६६३४१ =$ ज्या ८५°।१७′।५२″

तत इ=कोज्या ८५°।१७′।५२″=ज्या ४°।४२′।८″ ।

{ स्पष=पृष्ठीयाक्षांशः
स्पष′=गर्भीयाक्षांशः

पूर्वसमीकरणेन स्प ष′=(१ − इ²) स्प ष

इ² इत्यस्योत्थापनेन १ − इ²=.९९३२७९५२

स्प ष′={ (.९९६६३४१)² }×स्प ष′=.९९३२७९५²×स्प ष

∴ लघु स्प ष′=लघु .९०६७२०४७+लघु० (२५° । १८′)

लघु० (१ − इ २).९९७०६९५

ल० स्प ९.६७४५८३६

ल० स्पष′ = ९.६७१६५३१ । ष′=२५°।९″३.४″ ।

अतः काश्याम् २५°।१८′ अक्षांशे गर्भीयाक्षांशाः

ष′=२५°।९′। ३.४″ मिताः सिद्धाः।

पूर्वक्षेत्रस्थभूगर्भतो भूपृष्ठीयान्तरं काश्याम् २५°।१८′ अक्षांशे साध्यते—

$$र^2+य^2=केद्र^2=\frac{क.\ कोज्या^2\ ष+अ^2.ज्या^2\ ष}{क.^2कोज्या^2ष+अ^2.ज्या^2\ ष}\ किन्तु, अ^2=क^2$$

$$(१-इ^2)$$

अस्योत्थापनेन—

$$केद्र^2=\frac{क^2\{१-(२इ^2-इ^4)ज्या^2\ ष\}}{(१-)^2\ इ\ ज्या^2\ ष}$$

क=३९६३.३५ मीलाः। क^2=१५७०८१४३.२२२५

अ=३९५०.०१ मीलाः

इ=०.०८१९९
इ^2=०.००६७२२३६ } इ= ००००४५१९०१२५३१४०७२०१

ज्या^{2} (२५°।१८′)=.४४१५६८३)^2=१९४९८२५६३५६४....

ज्या^{2} ष=.१९४९८२५६३५६४८९। अत्र ष=२५°।१८′=अक्षांशाः

$(२इ^2-इ^4)\times ज्या^2\ ष$=.०१३३९८५३ .१९४९८२५६

$(२इ^2-इ^4)\times ज्या^2 ष$=.००२६१२३६८८३६

१—

.००२६१२३६८८३६

$\{१-(२इ^2-इ^4)\times ज्या^2\ ष$=.९९७३८७६३११६४

=$\{१-(२इ^2-इ^4)\times ज्या^2\ ष$

$इ^2\times ज्या^2\ ष$=.००६७२२३६ × .१९४९८२५६=.००१३१०२६५६।

$१-इ^2\times ज्या^2\ ष$

१—

.००१३१०२६५६

$१-इ^2\times ज्या^2 ष$=.९९८६८९७३४४

$$\text{केद्र}^2 = \frac{.९९७३८७६३ \times \text{क}^2}{.९९८६८९७३} = ३९५८.१८$$

$$\text{केद्र} = \sqrt{\frac{.९९७३८७६३ \times (३९६३.३५)^2}{.९९८६८९७}}$$

$$= \sqrt{\frac{.९९७३८७६}{.९९८६८९७}} \times ३९६३.३५$$

६.९९८८६३९	३.५९८०२७९
६.९९९४३०७	७.१९६०५५८
———	६.९९८८६३९
.९९९४३३२	———
	१४.१९४९१९७
	६.९९९४३०७
	———
	७.१९५४८९०
	३.५९७७४४५

केद्रन्मानम् = ३९६०.४५ = ३९६०.४५
= ३९६०.४५ मीलाः केन्द्रमानम्

चन्द्रस्य दूरत्वानयनम्—वेधेन चन्द्रस्य ग्रहाणां वा भूकेन्द्रतो दूरत्वानयनमेककालावच्छेदेन समयाम्योत्तरवृत्ते स्थितयोर्वेधालययोराश्रयणमावश्यकम्। तत्रैकस्य वेधालयस्य स्थितिरुत्तराक्षांशे, अपरस्य च दक्षिणाक्षांशे सम्भवनीया स्यात्। प्रथमं तावत् सौकर्य्यार्थं भूपिण्डं वृत्ताकारमङ्गीकृत्य तादृशवेधेन चन्द्रमसो दूरत्वं साध्यते।

क्षेत्रपरिचयो यथा—

कल्प्यतां द्र^1 नि द्र^2 = भूगोलीयं याम्योत्तरवृत्तम्।
के = भूकेन्द्रम्।
नि = निरक्षखमध्यम्।
द्र^1 = प्रथमवेधशालास्थद्रष्टुः स्थानम्।

क्षेत्रम्–२८

$द्र^2$ = द्वितीयवेधशालास्थद्रष्टुः स्थानम् ।

चं० = चन्द्रबिम्ब । केचं = चन्द्रकर्णः, भूकेन्द्रतो दूरत्वं वा ।

तत्र $\angle$ $ख^1$ द्र चं = प्रथमनतांशकोणः = $\angle$ $न_1$ ।

$\angle$ $ख^2$ $द्र^2$ चं = द्वितीयनतांशकोणः = $\angle$ $न_2$ ।

$\angle$ के चं $द्र^1$ = प्रथमलम्बनकोणः = $\angle$ $ल_1$ ।

$\angle$ के चं $द्र^2$ = द्वितीयलम्बनकोणः = $ल_2$ ।

अधुना पूर्वोक्तयुक्त्या लम्बनम् = $ल_1 = \frac{ज्या \angle न_1 \times ज्या\ प\ लं}{त्रि}$ ।

$$ल_2 = \frac{ज्या \angle न_2 \times ज्या\ प\ लं}{त्रि} ।$$

उभयोः समीकरणयोर्योगेन $ल_1 + ल_2$ =

$$\frac{ज्या \angle न_1 \times ज्या\ प\ लं}{त्रि} + \frac{ज्या \angle न_2 \times ज्या\ प\ लं}{त्रि} =$$

$$= \frac{ज्या\ प\ लं\ (ज्या \angle न_1 + ज्या \angle न_2)}{त्रि} ।$$

यदि त्रि = १

$$\text{ज्या प लं} = \frac{\text{लं}_1 + \text{ल}_2}{\text{ज्या}\angle\text{न}_1 + \text{ज्या}\angle\text{न}_2}$$

एतेन तात्कालिकं परमलम्बनं ज्ञातं भवति।

Δ केद्र$_2$ चं त्रिभुजे—

$$\angle \text{ल}_1 + \angle \text{चं के द्र}^1 = \angle \text{चं द्र}_1 \text{ख}^1 = \angle \text{न}_1 ।$$

पुनः Δ केद्र$_2$ चं त्रिभुजे—

$$\angle \text{ल}_2 + \angle \text{चं केद्र}_2 = \angle \text{चं द्र}_2 \text{ख}_2 = \angle \text{न}_2 ।$$

$$\angle \text{द्र}_1 \text{ के चं} + \angle \text{चं के द्र}_2 = \text{अक्षांशद्वययोगकोणः}।$$

$$\therefore \text{परमलम्बनम्} = \text{नतांशद्वययोगः} - \text{अक्षांशद्वययोगः}।$$

$$\therefore \text{परमलम्बनम्} = \frac{\text{न}_1 + \text{न}_2 - (\text{अ}_1 + \text{अ}_2)}{\text{ज्या न}_1 + \text{ज्या न}_2} ।$$

एतेन समोकरणेन परमलम्बनं ज्ञातम्। किन्तु परमलम्बनं निम्नाङ्कितसूत्रेण ज्ञायते—

$$\text{परलं} = \frac{\text{त्रि} \times \text{भू व्या } \frac{1}{2}}{\text{चं० क}} \quad । \text{ त्रि} = १$$

$$\text{अतः चं क} = \frac{\text{त्रि} \times \frac{1}{2} \text{ भू व्या}}{\text{प लं}} ।$$

$$\text{अत्र} \quad \frac{\text{भू व्या } \frac{1}{2}}{\text{परमलं}} = \text{चन्द्रकर्णः}$$

$$= \text{चन्द्रदूरत्वम्}$$

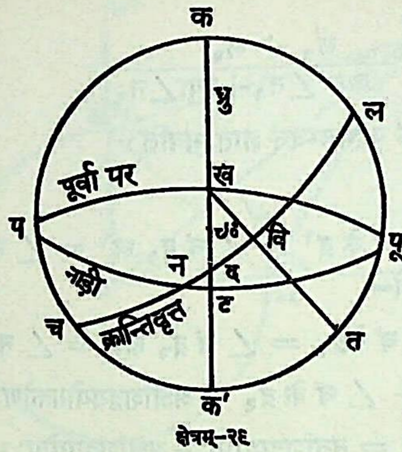
एतदानयनं सौकर्य्यार्थं विहितम्। सूक्ष्मतत्त्वचिन्तकानां कृते तु दीर्घवर्तुलाकारभूपिण्ड एकस्मिन् याम्योत्तरवृत्ते स्थितयोर्भूकेन्द्रतः समानदूरस्थयोर्द्रष्ट्रोर्वेधेन चन्द्रदूरत्वं कथमानीयत इत्यस्य विधिः प्रदर्श्यते—

क्षेत्रपरिचयो यथा—

कल्प्यतां द्र$_1$ नि द्र$_2$ = दीर्घवृत्ताकारं भूपृष्ठीयं याम्योत्तरवृत्तम्।

के नि = नाडीवृत्तीयव्यासार्द्धम्।

द्र^1 के = भूकेन्द्रतो द्रष्टुरन्तरम्।



क्षेत्रम्-२६

∠ द्र$_1$ के नि = प्रथमद्रष्टुर्गर्भीयाक्षांशाः ।
∠ द्र$_2$ के नि = द्वितीयद्रष्टुर्गर्भीयाक्षांशाः ।

{ केद्र$_1$ = पृ$_1$
{ केद्र$_2$ = पृ$_2$

∠ ख$_1$ द्र$_1$ चं = ∠ न$_1$ = प्रथमद्रष्टुः पृष्ठीयनतांशाः ।

तथैव

∠ चं द्र$_2$ ख$_2$ = ∠ न$_2$ = द्वितीयद्रष्टुः पृष्ठीयनतांशाः ।

के चं = भूकेन्द्रतश्चन्द्रदूरत्वम् ।

∠ के चं द्र$_1$ = ∠ लं$_1$ (लम्बनकोणः) ।

∠ के चं द्र$_2$ = लं$_2$ (लम्बनकोणः) ।

ततो न$_1$ + न$_2$ = ∠ द्र$_1$ के चं + ल$_1$ + ∠ चं के द्र$_2$ + ल$_2$
= अ$_1$ + अ$_2$ + ल$_1$ + ल$_2$

∴ ल$_1$ + ल$_2$ = न$_1$ + न$_2$ − (अ$_1$ + अ$_2$)

अत्र हि न$_1$, न$_2$ एते पूर्वमानीत एव ।

एवं अ$_1$, अ$_2$ उभौ ज्ञातावेव ।

यदि ल$_1$ + ल$_2$ = ल$_3$ ।

ततः

$$\text{ज्या लं}_1 = \frac{\text{केंद्र}_1 \times \text{ज्यान}_1}{\text{के चं}} = \frac{\text{पृ}_1 \times \text{ज्या न}_1}{\text{चंकर्ण}} \text{ ....(१)}$$

तथैव—

$$\text{ज्या ल}_2 = \frac{\text{केंद्र}_2 \times \text{ज्यान}_2}{\text{के चं}} = \frac{\text{पृ}_2 \times \text{ज्यान}_2}{\text{चं कर्ण}} \text{ ....(२)}$$

ततोऽत्र ल_1, ल_2 अनयोर्मानं $\text{ल}_1 + \text{ल}_2 = \text{ल}_3$ ।

ल_3 इत्यस्मिन् परिणाम्य साध्यते तदा

समीकरण (१) स्वरूपं निम्नाङ्कितं भवति—

$\text{ज्याल}_3 \times \text{कोज्याल}_2 - \text{कोज्याल}_3 \text{ ज्याल}_2 = \text{ज्याल}_1$ ।

अतः —

$$\text{ज्याल}_3 \times \text{कोज्याल}_2 - \text{कोज्याल}_3 \times \text{ज्याल}_2 = \frac{\text{पृ}_1}{\text{चं क}} \times \text{ज्यान}_1$$

$$\therefore \text{ ज्याल}_3 \text{ कोज्याल}_2 = \frac{\text{पृ}_2}{\text{चं क} \times \text{ज्यान}_2 \times \text{कोज्याल}_3} + \frac{\text{पृ}_1}{\text{चं क} \times \text{ज्यान}_1}$$

उभयोश्चन्द्रकर्णयोर्मानं समरूपं क्रियते तर्हि—

$$\text{स्पल}_2 = \frac{\text{पृ}_2 \times \text{ज्यान}_2 \times \text{ज्याल}_3}{\text{पृ}_2 \times \text{ज्यान}_2 \times \text{कोज्याल}_3 + \text{पृ}_1 \times \text{ज्यान}_1}$$

एतेन ल_2 मानमागतं भवति । द्वितीयेन समीकरणेन चन्द्रकर्णमानमेतदुत्थाप्य सुलभं भवति ।

उपर्युक्तसमीकरणे सर्वे राशयो ज्ञाता एव । तेन नाडीवृत्तीयलंज्या =

$$= \frac{\text{ज्यान}_1 \tfrac{1}{2} \times \text{भू० वृ० व्या}}{\text{ग्र क}} \text{ ।}$$

$$\text{इष्टस्थानीयपृष्ठीयलंज्या} = \frac{\text{ज्यान} \times \tfrac{1}{2} \text{ भू० वृ० व्या} \times \text{इष्टस्थानीयभूव्यास } \tfrac{1}{2}}{\text{ग्रहकर्ण} \times \text{ना० वृ० व्या } \tfrac{1}{2}}$$

$$\text{इष्टस्थानीयपृष्ठीयलंज्या} = \frac{\text{ज्यान} \times \text{इ० भू० व्या } \tfrac{1}{2}}{\text{ग्रहकर्णः}} \text{ ।}$$

भारतीयानां लम्बनानयनप्रक्रिया

भारतीयाचार्यैरेकस्थाने सूर्यग्रहणस्य कृते या पद्धतिरङ्गीकृता सात्र प्रस्तूयते । पुरातनैर्दृग्लम्बनं क्रान्तिवृत्ते पूर्वापरान्तररूपेण कदम्बप्रोतवृत्ते नतिरूपेण च परिणतीकृतम् । तदर्थं तैश्चापीयक्षेत्रयुक्त्योभयोर्लम्बननत्योः साधनं विहितम् ।

प्रथमं तावद् ग्रहणमध्यकालिकं लग्नमानीय ततस्त्रिभमपहाय तस्य स्थानस्य क्रान्तिवृत्ते वित्रिभसंज्ञा कृता । वित्रिभात् खमध्यं यावत् कदम्बप्रोते विक्षेपः कल्पितः । ग्रहणमध्यकाले यत्र रविचन्द्रौ स्थितौ ततस्तयोर्गर्भीयनतांशावानीय त्रिज्यया परमलम्बनज्या तदा दृग्ज्यया किमित्यनुपातेन दृग्लम्बनानयनं कृतं गर्भीयम्

$$\frac{\text{परमलंज्या} \times \text{दृग्ज्यया}}{\text{त्रि}} ।$$

ततो रविवित्रिभान्तर-दृक्क्षेप-दृग्ज्या-वित्रिभशङ्कुभिरिदं गर्भीयं दृग्लम्बनं क्रान्तिवृत्तकदम्बप्रोतवृत्तयोर्लम्बननतिरूपेण परिणामितम् ।

स्पष्टमिदं यल्लम्बनमेतद् गर्भीयदृग्ज्ययानीतं न वास्तवत्वं भजते, तेनासकृल्लम्बनं विधाय पृष्ठीयनतांशाः साधितास्तेन च वास्तविकलम्बननत्योरानयनं कृतम् । सर्वमिदं क्षेत्रयुक्त्या प्रदर्श्यते—

क्षेत्रम्-३०

क्षेत्रपरिचयो यथा—

क प च पू ल = क्षितिजवृत्तम् ।

प ख पू = पूर्वापरवृत्तम् ।

प ट पू = नाडीवृत्तम् ।

च न वि ल = क्रान्तिवृत्तम् ।

क प = पू ल = लग्नाग्रा ।

∠ द ख वि =लग्नाग्राकोणः ।

∠ ख वि द = ९०° । ख ट—अक्षांशाः ।

ततस्त्रिप्रश्नाधिकारोक्तरीत्या लग्नस्य क्रान्तिमानीयाग्रा साध्या ।

सा च $\frac{\text{लग्नज्या} \times \text{परमक्रांज्या}}{\text{लम्बज्या}}$ = लग्नाग्रा । इयमेव लग्नाग्रा क्षेत्रे पूलम्=कंत = ∠ द ख वि । ततो लङ्कोदयैरिष्टकालेन दशमलग्नमानीय तस्य क्रान्तिश्चानेया । सा च 'द ट' तुल्या ।

अक्षांश—क्रान्तिः = खद चापांशाः ।

ख ट—द ट=ख द चापांशाः ।

द वि=दशमलग्नवित्रिभलग्नान्तरम् ।

ततः △ ख द वि त्रिभुजे --

∠ ख वि द = ९०° । तेन चापजात्यप्रकारेण—

दृक्क्षेपकोज्या, अस्य चापं

$\frac{\text{खदकोज्या} \times \text{त्रि}}{\text{दविकोज्या}}$ = खविकोज्या

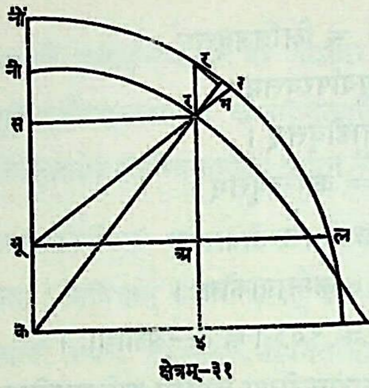
वित्रिभशङ्कुचापम् । अस्य कोटिर्दृक्क्षेपांशाः = खवि ।

अथवा—

प्रथममिष्टकालतो दशमलग्नविषुवांशा आनेयाः । ज्ञाते विषुवांशे -

चापजात्ये कोणलग्नभुजज्या कोणभाहतिः ।
त्रिज्याभक्ता फलं छाया कोणसम्मुखबाहुजा ॥

इत्यनेन दशमलग्नक्रान्तिरानेया । एवं पूर्वोक्तप्रकारेण दृक्क्षेप आनेयः ।



क्षेत्रपरिचयो यथा—

क वि क = दृक्क्षेपवृत्तम् ।

वि र म = क्रान्तिवृत्तम् ।

ख र = गर्भीयनतांशाः ।

र र' = दृग्लम्बनम् ।

ख वि = दृक्क्षेपचापांशाः ।

वि र = रविवित्रिभान्तरम् ।

खनवृत्तं गर्भीयरविगतकदम्बप्रोतवृत्तोपरि लम्बरूपम् ।

खयवृत्तं च लम्बितरविगतकदम्बप्रोतवृत्तोपरि लम्बरूपम् ।

रविवित्रिभान्तरम्=अं । खर+रर'=ग न+दृ लं=पृ० नतांशः=ख र'

वि र+र म=(र~वि)+स्पलम्बन=वि म

क वि म, क ख य चापजात्ययोः साजात्येन ?

ज्या रर' = $\frac{\text{पृनज्या} \times \text{पलंज्या}}{\text{त्रि}}$ ।

$\frac{\text{ज्या (वि~र)+स्पलं}\times\text{ज्या क ख}}{\text{ज्या क वि}}$ =ज्या खयपृष्ठीयदृङ्नतिः ।

$$\frac{\text{ज्या ख य} \times \text{ज्या र र}'}{\text{ज्या ख र}'} = \text{ज्यारम} = \text{स्पलंज्या}$$

उत्थापनेन—

$$= \frac{\{(\text{वि} - \text{र}) + \text{स्पलं}\}\ \text{वि० शं०} \times \text{पृनज्या} \times \text{पलंज्या}}{\text{त्रि} \times \text{पृनज्या} \times \text{त्रि}}$$

तुल्यगुणहरनाशात्

$$\frac{\text{ज्या}\ \{(\text{वि} - \text{र}) + \text{स्पलं}\} \times \text{विशं} \times \text{पलंज्या}}{\text{त्रि} \times \text{त्रि}}$$

$$\frac{\text{ज्या}\ (\text{अं} + \text{स्पलं})\ \text{विशं} \times \text{पलज्या}}{\text{त्रि} \times \text{त्रि}} = \text{स्पलज्या}$$

ततः क वि र, क ख न अनयोश्चापजात्ययोः साजात्येनानुपातः —

$$\frac{\text{विरज्या} \times \text{क ख ज्या}}{\text{क वि ज्या}} = \text{ख न चापज्या} = \text{दृङ्नतिः}।$$

$$\frac{\text{अंज्या} \times \text{वित्रिभशंकु}}{\text{त्रि}} = \text{ख न चापज्या} = \text{दृङ्नतिः}।$$

र ख न, र' ल र अनयोश्चापजात्ययोः साजात्येन—

$$\frac{\text{ज्या ख न} \times \text{ज्या र}'\ \text{र}}{\text{ज्या ख र}} = \text{र}'\ \text{ल} = \frac{\text{दृङ्नति} \times \text{दृगलंज्या}}{\text{दृग्ज्या}} = \text{र ल} = \text{लंज्या}।$$

स्वल्पान्तरात् क्रान्तिवृत्ते र म चापज्या।

अत्र दृगलम्बनज्या दृङ्नत्योरुत्थापनेन—

$$\text{ज्या}\ (\text{वि} - \text{र}) = \text{ज्या अं}।\ \frac{\text{पलंज्या} \times \text{दृग्ज्या}}{\text{त्रि}} = \text{दृगलंज्या}$$

$$\frac{\text{ज्या अं} \times \text{विशं} \times \text{दृलंज्या}}{\text{त्रि} \times \text{दृग्ज्या}},\ \text{अत्र दृगलम्बनज्या स्वरूपोत्थापनेन}$$

$$= \frac{\text{ज्या अं} \times \text{वि० शं} \times \text{पलंज्या} \times \text{दृग्ज्या}}{\text{त्रि} \times \text{दृग्ज्या} \times \text{त्रि}} = \text{रमज्या} = \text{लम्बनकलज्या}$$

तुल्यगुणहरनाशात्

$$= \frac{\text{ज्या अं} \times \text{वि० शं} \times \text{पलंज्या}}{\text{त्रि} \times \text{त्रि}} = \text{लम्बनकलज्या}$$

गर्भीयदृग्ज्यया गर्भीयरविवित्रिभान्तरज्ययानीतं लम्बनमिदं पृष्ठीयलम्बनतो न्यूनं भवतीति हेतोरसकृत्प्रक्रियया गर्भीयनतांशे लम्बनं संस्कृत्य पृष्ठीयनतांशा आनोयन्ते। ततः पृष्ठीयलम्बनमानीतमीषत्स्थूलमेव भवतीति विचार्य भास्कराचार्येण सकृत्प्रकारेण लम्बनानयनं विहितम्।

यथा पूर्वसिद्धम्—

$$\frac{\text{ज्या अं} + \text{स्पलं}}{\text{त्रि}} \quad \frac{\text{वि० शं} \times \text{पलंज्या}}{\text{त्रि}} = \frac{\text{ज्या अं} + \text{स्पलं} \times \text{पर}}{\text{त्रि}}$$

$$\text{अत्र}\ \frac{\text{विशं} \times \text{स्पलंकज्या}}{\text{त्रि}} = \text{पर इति।}$$

अत्र हि भास्करेण शीघ्रफलकर्मणि नीचस्थानासन्ने यथा सकृत्प्रकारेणानीयमानं शीघ्रफलं सकृत्प्रकारेण कर्णानयनद्वारा साधितं तथैवात्रापि वित्रिभं नीचं प्रकल्प्य सकृदेव लम्बनानयनं विहितम्।

अत्र विचार्यते—

'स्पलं' अस्यैव ज्ञाने कर्तव्ये तत्साधकद्वितीयपक्षमध्ये तस्यैव पतनात् स्मर्यते यथा स्पष्टग्रहतो विलोमेन शीघ्रफलज्यानयनं तथैवेति। तत्र तु—

$$\text{ज्याशीघ्रफलज्या} = \frac{\text{ज्या (मस्प + शीफ) ज्याशी} \times \text{अंफ}}{\text{त्रि}}\ ।$$

अतोऽत्र दर्शितदृष्टान्तेन यदि पर = ज्या "शी अं फ"

तथा—

ज्या { अं + स्पलं } = ज्या (मस्प ± शीफ) कल्प्यते तदा सकृत्प्रकारेणैव स्पष्टलम्बनज्ञानं भविष्यतीति। तत्र तु शीघ्रकेन्द्रभुजांशाः = (वि—र) अंशाः कल्पनीयाः। तेन रविर्ग्रहः, वित्रिभागं नीचं च कल्पनीयम्, यतोऽत्र कर्कादिकेन्द्रलक्षणं घटते। तत्र तु ग्रहस्य नीचासन्नत्वाद् वित्रिभार्कान्तरम् = नीचग्रहान्तरसमम्। तथा च यतो मग्र ∠ स्पष्टग्रहः।

अथातो भङ्ग्या तदानयनमुच्यते—कक्षावृत्तं 'भू' केन्द्रात् 'भूर' त्रिज्यया विधेयम्। तत्र—

∵ वित्रिभरूपनीचराश्याद्यवसानं = नी' बिन्दौ

∴ भूनीनी', नीचोच्चरेखा, ततस्तत्र 'भूके' परं दत्वा 'क' बिन्दुतोऽपि त्रिज्याव्यासार्धेन वृत्तं विधेयम्। ततः शीघ्रप्रतिवृत्तम्।

नीर = { अं } ± लंस्प अर्थात्

नीर = स्पग्र ± विलोमसंस्कृतशीघ्रफलम् ।

अथ 'भूर' = त्रिज्या कार्या । केर कार्या । र बिन्दुतो नीनी' रेखासमानान्तरा 'र अ इ' रेखा कार्या । तदा नीर = नीर = स्पग्र ।

के भूरत्रिभुजे—

$$\text{ज्या} \angle \text{भू र के} = \frac{\text{ज्या} \angle \text{के भू र} \times \text{भू के}}{\text{के र}}$$

$$= \frac{\text{ज्या} \{ (\text{अं}) \pm \text{स्पलं} \} \text{पर}}{\text{त्रि}} \text{।}$$

र'' र' = शी० फ० अथात्र ल र' = लग्नार्कान्तरम् ।

∴ ज्या (ल⌒र) = र' अ

र अ = र' अ − र' र = ज्या (ल⌒र) − पर ।

र स = कोज्या (ल⌒र) = भू अ ।

∴ भू अ² + अ र² = भू र² अस्य मूलं भू र² = कर्णमानम् ।

ततः

△ भू अ र, △ र र' न त्रिभुजयोः साजात्यात्

$$\text{र}' \text{म} = \text{शी० फज्या} = \frac{\text{कोज्या} (\text{र} - \text{ल}) \text{पर}}{\text{कर्ण}} \text{।}$$

अनेन सिद्धमभीष्टम् ।

नत्यानयनम्

सूर्यग्रहणे हि रविलम्बनं तदीया नतिश्च नितरां स्वल्पतरे भवतः, किन्तु चन्द्रस्य लम्बनं नतिश्चाधिके भवतः, तेन चन्द्रशरे संस्कारार्थं नतिरवश्यं देया । तत्र नत्यानयनार्थं पूर्वक्षेत्रमेव द्रष्टव्यम् ।

ख र वि, र र' न चापजात्ययोः साजात्येन

$$\frac{\text{ज्या ख वि} \times \text{ज्या र र}'}{\text{ज्या ख र}} = \frac{\text{दृक्क्षेप} \times \text{दृग्लंज्या}}{\text{दृग्ज्या}} = \text{नतिः}$$

$$\text{अत्र दृग्लंज्या} = \frac{\text{पलंज्या} \times \text{दृग्ज्या}}{\text{त्रि}}$$

तदुत्थापनेन—

$$\frac{\text{दृक्क्षेप} \times \text{पलंज्या} + \text{दृग्ज्या}}{\text{दृग्ज्या} \times \text{त्रि}} = \frac{\text{दृक्क्षेप} + \text{पलंज्या}}{\text{त्रि}} = \text{नतिः ।}$$

अत्र चन्द्रस्य दृक्क्षेपार्थं यद्यपि विधिरयमेव प्रयुज्यते, किन्तु चन्द्रो विमण्डले भ्रमति, तेन शराग्रे भवति। विमण्डलं च खमध्यवित्रिभगतदृक्क्षेपचापोपरि सर्वदा लम्बरूपं न भवति। तेन यदि दृक्क्षेपवृत्तविमण्डलसम्पातात् खमध्यं यावच्चन्द्रदृक्क्षेपमङ्गीकृत्य चन्द्रदृग्लम्बनेन नतिः साध्यते, सा नतिर्विमण्डलोपरि लम्बभूता चन्द्रशरसंस्कारानर्हा भविष्यति। किञ्च, विमण्डलदृक्क्षेपवृत्ताभ्यामुत्पन्नस्य कोणस्यासमकोणत्वात् पूर्वोक्तक्षेत्रयोः साजात्यमपि न सम्भवति। तेन यदि कदम्बात् तात्कालिकशरकोटिव्यासार्धेन वृत्तं विधाय तस्य दृक्क्षेपमण्डलस्य च सम्पातात् खमध्यं यावद् दृक्क्षेपचापांशा अङ्गीक्रियेरन्, तदा यथाकथञ्चित् स्थूलाऽपि नतिश्चन्द्रशरसंस्कारयोग्या भविष्यति।

अत उक्तं भास्करेण—

"कक्षयोरन्तरं यस्याद् वित्रिभे सर्वतोऽपि तत्"।

भास्करोक्तिरियं कार्यार्हा नतिसम्पादनायैव। यतो हि ग्रहणे चन्द्रशरः स्वल्प एव भवति। तेन तादृशानुपातेनानीतायां नत्यामकिञ्चित्करमेव स्थौल्यं भवति। नतिरियं यदि चन्द्रशरदिक्का भवति, तर्हि चन्द्रशरत ऊनीकृता सती स्पष्टशरं सम्पादयति, भिन्नदिक्का चेत्तदा चन्द्रशरेण युता स्पष्टशरं सम्पादयति।

नत्यानयनप्रसङ्ग एव सर्वं वैषम्यमवलोक्य कमलाकरेण गोलयुक्त्या बीजक्रियया च स्थित्यर्धकाल आनीतः। स चैवं रविमण्डलं चन्द्रगोले प्रकल्प्य लम्बितरवेश्चन्द्रस्य चोपरिगतं महद्वृत्तं क्रान्तिवृत्ते यत्र लग्नं तस्मान्नत्यग्रं यावत्, शराग्रं यावच्च नतिशरकर्णौ पूर्वोक्तमहद्वृत्ते प्रसाध्य तयोरन्तरं स्पर्शकाले मोक्षकाले च रविचन्द्रमानैक्यार्धतुल्यमाकलय्य स्थित्यर्धमानीतम्। यथा हि नतिशरकर्णद्वारानीतयोः क्रान्तिवृत्तीयभुजयोर्योगोऽन्तरं वा स्थित्यर्धानयनार्थं क्रान्तिवृत्तीयांशाः स्युः।

ततोऽनुपातेन यदि रविचन्द्रगत्यन्तरकलाभिः षष्टिघटिका लभ्यन्ते, तदेताभिः क्रान्तिवृत्तीयकलाभिः का इति लब्धा स्थित्यर्धघटिका $= \frac{६० \times \text{क्रां वृत्तीयकलाभिः}}{\text{गत्यन्तरकला}}$

इदं कमलाकरोक्तशब्दैरेवात्र प्रदर्श्यते।

तत्र गोलक्षेत्रसंस्थेयम्। कदम्बमध्याभिप्रायेण यथा त्रिज्यावृत्तं क्रान्तिवृत्तम्, तथा नतिकोट्यन्तरे तज्ज्यावृत्तं चन्द्रशरकोट्यन्तरे तज्ज्यावृत्तं चास्ति। तथा नत्यग्रशराग्रयोः स्पष्टत्रिज्यावृत्तमपि मानैक्यखण्डाश्रयरूपमस्ति। तद्वृत्तं क्रान्तिवृत्ते स्थलद्वये लग्नं तत्रासन्नसम्पातस्तद्वृत्त एव नत्यग्रावधिकचापज्यारूपो नतिसम्बन्धि-कर्णः। नतिज्या कोटिः, स्ववर्गान्तरपदं भुजस्तद्वृत्तसम्पातनत्यग्रसक्तयोः कदम्बवृत्तयोर्नतिकोटिज्यावृत्तेऽन्तरज्यारूपः। एवं शरसम्बन्धिकर्णे शरज्या-कोटिस्तद्भुजो हि तद्वृत्तसम्पातचन्द्रबिम्बकेन्द्रसक्तकदम्बवृत्तयोः शरकोटिज्या-वृत्तेऽन्तरज्यारूपः। तत्र स्पकोटिज्यानुपातेन क्रान्तिवृत्ते कृत्वा तच्चापयोरन्तरमैक्यं नतिशरयोर्भिन्नैक्यदिक्त्वे यथाक्रमं स्थितिरिति।

तत्र नतिसम्बन्धिकर्णप्रमाणं यावत्तावत्=योऽयं शरज्यागुणो नतिज्याभक्तः शरसम्बन्धिकर्णः $=\frac{\text{या} \times \text{शरज्या}}{\text{ज्यानत}}$। अथ नतिशरयोर्भिन्नैक्यदिक्त्वे क्रमेण कर्ण-सम्बन्धिचापयोरन्तरमैक्यं मानैक्यखण्डमिति—

मिथः कोटिज्यकानिघ्नो त्रिज्याप्ते चापमयोज्यके।
तयोर्योगान्तरे स्यातां चापयोगान्तरज्यके॥

इत्यनेनात्र कोटिज्यास्वरूपाज्ञानादशक्यमप्यस्ति तद्वर्गद्वारा सुगमम्।

अत्र ग्रन्थकृदुपपत्तिर्नितरां गुरुतरा वर्गसमीकरणसंवलिता च। ततस्तां विहाय चापीयक्षेत्रप्रकारेण सा प्रदर्श्यते।

क्षेत्रपरिचयः —

क वि ख=दृक्क्षेपवृत्तम्।

विखचापं=दृक्क्षेपचापम्। चं=चन्द्रः।

ल=चन्द्रकक्षायां लम्बितो रविः। स्था=चन्द्रस्थानम्।

ल न=कदम्बप्रोते रविनतिः। चंस्था=कदम्बप्रोते शरः।

सं ल चं=चन्द्रलम्बितरव्युपरिगतं महद्वृत्तम्।

सं ल=नतिकर्णः। सं चं=शरकर्णः।

अत्र क चं ल इति चापीयत्रिभुजे ज्ञाता अवयवाः।

क चं=शरकोटिः।

चित्रम्—१२

क ल=नटिकोटिः ।

चं ल=मानैक्यार्धम् । ततो भूकोटिजीवेत्यादिना—

कदम्बसंलग्नकोणकोज्या कोज्या ∠चं क ल इति ज्ञातव्या ।

यथा स्वरूपम् $\frac{\text{मानैक्यार्धकोज्या} \times \text{त्रि} - \text{शरज्या} \times \text{नतिज्या}}{\text{शरकोज्या} \times \text{नतिकोज्या}}$ =ज्या ∠चं क ल ।

अस्याश्चापं=चा । ९० − चा= ∠ क = नस्थाचापं भवृत्ते स्थित्यर्ध-कलामितम् ।

लम्बननत्योरभावपरमत्वविचारः — लम्बनस्य परमत्वं ह्रासश्च कुत्र भवत इति विचारप्रसङ्गे नवीनलम्बनानयनेऽभिहितं यत् क्षितिजे दृग्लम्बनस्य परमत्वं भवति। तदेव दृग्लम्बनं भारतीयैः क्रान्तिवृत्ते परिणतीकृतं क्रान्तिवृत्तीयं लम्बनं कदम्बप्रोतवृत्ते परिणतीकृतं नतिश्च कथ्यते। एवमधुनातनैर्नाडीवृत्तं परिणतीकृतं दृग्लम्बनं नाडी-

वृत्तीयलम्बनं विषुवांशेषु संस्क्रियते, ध्रुवप्रोतवृत्ते परिणतीकृतं क्रान्तिरूपतामेत्य क्रान्तौ संस्क्रियते। एतेनावसितमिदं यद् दृङ्मण्डलानुकारे क्रान्तिवृत्ते क्षितिजे क्रान्तिवृत्तीयं लम्बनं परमं भवति।

कदम्बप्रोतीयनतेरभावः। एवमेव भुजगते क्रान्तिमण्डले वित्रिभगते कदम्बप्रोतवृत्ते नतिमानं परमलम्बनतुल्यं परमं भवति। क्रान्तिवृत्तीयलम्बनस्य चाभाव एव तत्र। तथैव यदा निरक्षदेशे पूर्वापरमण्डलस्थो ग्रहः क्षितिजस्थो भवति, तदा नाडीवृत्तीयलम्बनस्य परमत्वम्। यतो हि तदा नाडीवृत्तमेव दृङ्मण्डलं सम्पद्यते। तेन क्रान्तिरूपाया नतेरभाव एव। यदा च याम्योत्तरवृत्तस्थो ग्रहः क्षितिजस्थो भवति, तदा विषुवांशे संस्कारार्हलम्बनस्याभावः क्रान्तिसंस्कारार्हनत्याश्च परमत्वं भवति। खमध्यस्थे ग्रहे दृग्गर्भसूत्रयोरेकत्वेन दृग्लम्बनाभावान्नतिलम्बनयोरभाव एव। **यदाहुर्भास्कराचार्याः—**

"दृग्गर्भसूत्रयोरैक्यात् खमध्ये नास्ति लम्बनम्"।

प्रसङ्गतः कुत्र नतेः परमत्वं कुत्र च परमाल्पत्वमिति विचारावसरे विशेषकाराणां **म० म० पण्डितसुधाकरद्विवेदि**महाभागानां प्रकारः समुपस्थाप्यते—

$$\text{अत्र च नतिः} = \frac{\text{दृक्षेप} \times \text{दृग्लं}}{\text{दृग्ज्या}}\ ।$$

$$\text{अत्र दृग्लं} = \frac{\text{पलं०} \times \text{पृ० नज्या}}{\text{त्रि}}\ \text{उत्थापनेन}$$

$$\frac{\text{दृक्षेप} \times \text{पलं०} \times \text{पृ० नज्या}}{\text{ग० दृग्ज्या} \times \text{त्रि}} = \text{नतिः}\ ।$$

$$\text{अत्र}\ \left\{ \frac{\text{पृ नज्या}}{\text{ग० दृग्ज्या}} \text{फलम्}\ ।\right.$$

$$\frac{\text{दृक्षेप} \times \text{पलं०} \times \text{फल}}{\text{त्रि}} = \text{नतिः}\ ।$$

अथात्र दृक्क्षेपस्य स्थिरत्वे फलस्य परमत्वे परा नतिः, फलस्य परमाल्पत्वे परमाल्पिका। अतो विशेषोक्तसूत्रम्

स्वगर्भनतांशगुणेन भक्तः स्वपृष्ठनतांशगुणः फलं चेत्।
महत्तमं तत्र नतिः परा भवेद् दृक्क्षेपमानं बुध नो चलं चेत्॥

उक्तफलस्य परमत्वपरमाल्पत्वविचारः —

ज्या (ग न + दृग्लं) = पृ नज्या

$$= \frac{\text{गदृग्ज्या} \times \text{दृग्लंकोज्या} + \text{दृग्लंज्या} \times \text{शं}}{\text{त्रि}} = \text{पृ नज्या ।}$$

ततः—

$$\frac{\text{गं० दृग्ज्या} \times \text{दृग्लंकोज्या} + \frac{\text{प० लं०} \times \text{पृ नज्या} \times \text{शं}}{\text{त्रि}}}{\text{गदृग्ज्या} \times \text{त्रि}} = \text{फल}$$

यतः — $\frac{\text{पृनज्या}}{\text{गदृग्ज्या}} = \text{फल}$

$$\text{ततः — फल} = \frac{\text{दृलं० कोज्या} + \frac{\text{पलं} \times \text{पृनज्या} \times \text{शं}}{\text{त्रि} \times \text{गदृग्ज्या}}}{\text{त्रि}}$$

$$= \frac{\text{दृलंज्या} + \frac{\text{पलं} \times \text{फल} \times \text{शं}}{\text{त्रि}}}{\text{त्रि}}$$

ततः —

दृलंकोज्या $\times$ त्रि + पलं $\times$ फल $\times$ शं = त्रि^{2} $\times$ फल । समशोधनेन—

दृलंकोज्या $\times$ त्रि = फ (− पलं $\times$ शं + त्रि^{2})

ततः — फल = $\frac{\text{दृलंकोज्या} \times \text{त्रि}}{\text{त्रि}^2 - \text{प लं०} \times \text{शं०}}$ स्वरूपेणानेन

वित्रिभे फलस्य परमत्वं पृष्ठक्षितिजे परमाल्पत्वमिति ।

वित्रिभे भाज्याधिकत्वं हराल्पत्वं च । तस्माल्लब्धेराधिक्यात् तत्रैव फलस्य परमत्वाद् नतिर्महत्तमा पृष्ठक्षितिजे हराधिक्यं भाज्याल्पत्वं च सिद्ध्यति । अतो लब्धेरल्पत्वात् फलाल्पत्वम् । अतस्तदनन्तरं पूर्वोक्तयुक्त्या नतेः परमाल्पत्वमिति सिद्धम् । उक्तं च विशेषकारैः —

"वित्रिभे नतिरिति महत्तमात्यल्पिका भवति भूमिपृष्ठजे" ।। इति ।

॥ इति षष्ठोऽध्यायः ॥



॥ अथ सप्तमोऽध्यायः ॥

बिम्बविचारः

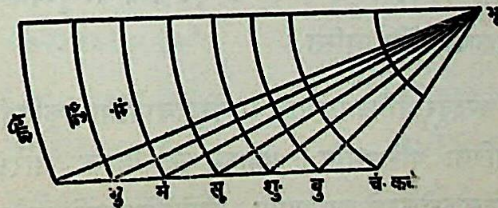
अस्माकमाचार्या रविचन्द्रग्रहणार्थं रविचन्द्रबिम्बयोर्योजनात्मकम्, कोणात्मकम्, उभयात्मकं च मानं व्यवहृतवन्तः। तत्र कोणात्मकं मानं तु प्रायः शुद्धमेवाधुनिकबेधोपलब्धरविचन्द्रयोः कलात्मकबिम्बमानाभ्यां संवादं भजते, किन्तु योजनात्मकं मानं न तथा। अत्रेदमेव हेतुभूतं विद्यते यदस्माकमाचार्या ग्रहाणां भूकेन्द्रतो दूरत्वमल्पतमं कल्पयामासुः। यतो हि ग्रहगतिविषये तेषामेव सिद्धान्त आसीद् यत् सर्वे ग्रहाः स्वकक्षायां तुल्यमेव योजनात्मकं दूरत्वं स्वगत्याक्रमन्ते। तेषां गतिषु भेदस्तु केवलं दूरत्ववशेनैवोपलभ्यते।

यथाह भास्कराचार्यः —

समा गतिस्तु योजनैर्नभःसदां सदा भवेत्।
कलादिकल्पनावशाद् मृदुर्द्रुता तु सा मता॥

अपि च —

कक्षाः सर्वा अपि दिविषदां चक्रलिप्ताङ्किितास्ता
वृत्ते लघ्व्यो लघुनि महति स्युर्महत्यस्य लिप्ता।
तस्मादेते शशिजभृगुजावित्यभौमेज्यमन्दा
मन्दाक्रान्ता इव शशधराद् भान्ति यान्तः क्रमेण॥



चित्रम्—३३

श = शनिः । चं = चन्द्रः

भू = भूकेन्द्रम् ।

अत्र $\angle$ श१ भू श२ कोणः $\angle$ चं१ भूचं२ कोणात् स्वल्पः ।

श१ श२ = चं१ चं२ योजनात्मिका गतिः ।

तथा च तेनैव ग्रहाणामाह्निको योजनात्मिका गतिरित्थं पठिता—

पादोनगोक्षधृतिभूमितयोजनानि
खेटा व्रजन्त्यनुदिनं निजवर्त्मनीमे ।

एतेनेदं पर्यवसन्नं यद् ग्रहाणां कलात्मकगतिषु यादृशः सम्बन्धो वर्तते, तेषां दूरत्वेऽपि व्यस्तप्रमाणेन तादृश एव सम्बन्धो विद्यते । एतेन सम्बन्धेन समानीतानां चन्द्रादिशनिपर्यन्तानां ग्रहाणां दूरत्वे तत्तद्गत्यनुरूप एव सम्बन्धः सम्पन्नोऽभूत् । नातिशयोक्तिरत्र यदियमेव कल्पनास्माकमाचार्याणां ग्रहदूरत्वनिर्धारणस्य कृते कूपभङ्गा इव सञ्जाता । तेन हि सर्वेऽपि पश्चात्तना आचार्या इमामेव सरणिमनुसृत्य ग्रहाणां दूरत्वं निश्चिक्युः ।

तेन तेषां ग्रहाणां योजनात्मकबिम्बमानं स्वल्पमेव सञ्जातम् । अधुना केपलर-सिद्धान्तेन निर्णीतासु ग्रहगतिषु ग्रहाणां कलात्मिका गतिस्तु नेषदप्यन्तरिता, किन्तु ग्रहाणां दूरत्वेषु महदन्तरं सञ्जातम् ।

केपलरस्य तृतीयनियमेन ग्रहाणां दूरत्वमित्थं साध्यते—

$$\frac{\text{बुध०} \times \text{त्रि}^3}{\text{बुधभगणकालः}^2} = \frac{\text{शुक्र०} \times \text{त्रि}^3}{\text{शुक्रभगणकालः}^2} = \frac{\text{रविकर्ण}^3}{\text{भूभगणकालः}^2}$$

किन्तु चन्द्रे उपर्युक्तः सम्बन्धो न प्रवर्तते । बुधादीनां रवितो दूरत्वघनेन तेषां प्रदक्षिणाकालवर्गेण वर्गस्य यः सम्बन्धः स एव सम्बन्धः पृथ्वीतश्चन्द्रदूरत्वघनेन सह तस्य भूप्रदक्षिणाकालवर्गस्य नास्ति ।

ततो हि चन्द्रदूरत्वविषयेऽस्माकं प्राचीनाचार्याणामाकूतिर्न तथ्यपथावगाहिनी । चन्द्रो हि भुवं परितः परिभ्रमति । ग्रहाश्च सूर्यं परितः परिभ्रमन्ति । विषयोऽयं विस्तरेण रविचन्द्रस्पष्टीकरणे व्याख्यातः, विशेषजिज्ञासुभिस्तत्रैव द्रष्टव्यः ।

अधुना प्राचीनाचार्यप्रकल्पितग्रहकक्षामानं पृथ्वीतस्तेषां दूरत्वं च प्रदर्श्यते—

ग्रहाः	योजनात्मककक्षामानम्
सूर्यः	४३३१५००
चन्द्रः	३२४०००
मङ्गलः	८१४६९०९
बुधशीघ्रोच्चम्	१०४३२०९
शुक्रशीघ्रोच्चम्	२६६४६३७
गुरुः	५१३७५७६४
शनिः	१२७६६८२५५
नक्षत्रमण्डलम्	२५९८९००१२
आकाशकक्षामानम्	१८७१२०८०८६४००००००

सूर्यसिद्धान्ते सूर्यस्य कक्षाप्रमाणम् ४३३१५०० योजनानि

चन्द्रस्य कक्षाप्रमाणम् ३२४३० योजनानि

आकाशस्य कक्षामानम् १८७१२०८०८६४०००००० योजनानि ।

पृथ्वीमन्दकर्णमेकं मत्वा सर्वेषां ग्रहाणां सूर्यकेन्द्रतो भूमन्दकर्णस्य सम्बन्धावबोधिका तालिका

भूमन्दकर्णः = ९३०००००० मीलाः

ग्रहाः	मध्यमकर्णेन सह सम्बन्धः	१०^{६} मील-मध्यममन्दकर्णेन सह सन्बन्धः
बुधः	०.३८७०९९ $\times$ १०^{६}	३६.०० $\times$ १०^{६}
शुक्रः	०.७२३३३१ $\times$ १०^{६}	६७.२७ $\times$ १०^{६}
पृथ्वी	१.०००००० $\times$ १०^{६}	९३.००५ $\times$ १०^{६}
मङ्गलः	१.५२३६८८ $\times$ १०^{६}	१४१.७१ $\times$ १०^{६}
गुरुः	५.२०२८०३ $\times$ १०^{६}	४८३.९ $\times$ १०^{६}

शनिः	९.५३२८४३ $\times$ १०^{६}	८२७.२ $\times$ १०^{६}
यूरेनेस	१९.१९०९७८ $\times$ १०^{६}	१७८४.४ $\times$ १०^{६}
नेपच्यून	३०.०७०६७२ $\times$ १०^{६}	२७९६.७ $\times$ १०^{६}
प्लूटो	३९.५१७७३८ $\times$ १०^{६}	३६७५.३ $\times$ १०^{६}

उत्केन्द्रत 'ई'	ग्रहाः	परमशरः	भगणकालदिवसः
०.२०५६२	बुधः	७°। ०′। १४″	११५.८८
०.००६८०	शुक्रः	३°। २३′। ३९″	५८३.९२
०.०१६७३	पृथ्वी	०°। ०′। ०″	०.– – –
०.०९३३६	मङ्गलः	१°। ५१′। ०″	७७९.९४
०.०४८४२	गुरुः	१°। १८′। २१″	३९८.८८
०.०५५७२	शनिः	२°। २९′। २५″	३७८.०९
०.०४७१८	यूरेनेस	०°। ४६′। २३″	३६९.६६
०.००८५७	नेपच्यून	१°। ४६′। २८″	३६७ ४९
०.२४८६४	प्लुटो	१७°। ८′। ३८″	३६६.७

अत्र सिद्धान्तशिरोमणीयं खकक्षाविमानम्

कोटिघ्नैर्नखनन्दषट्कनखभूभृद्भुजङ्गेन्दुभिः १८७१२०६९२०००००००० ।
ज्योतिःशास्त्रविदो वदन्ति नभसः कक्षामिमां योजनैः ॥

अत्रैव ब्रह्मगुप्तमतम्—

अम्बरयोजनपरिधिः शशिभगणाः शून्यखखजिनाग्निगुणाः ।

तथा श्रीपतिः —

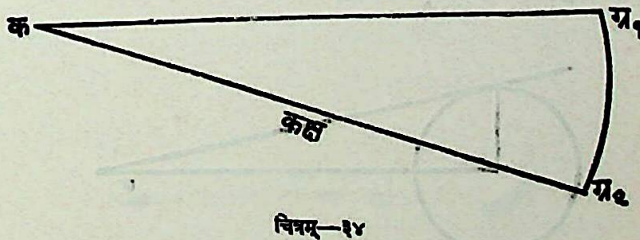
द्वयङ्कर्तुखनागधृतिप्रमाणा कक्षाम्बरस्यार्बुदयोजनघ्नी ।

ततः—

सार्धाद्रिगोमनुसुराब्धिमिताऽर्ककक्षा
चान्द्रो सहस्रगुणिता जिनरामसंख्या ।
अभ्रेन्विभाङ्कगजकुञ्जरगोऽक्षपक्षाः
कक्षा गृणन्ति गणका भगणस्य चेमाम् ॥

सिद्धान्तनाम	खकक्षायोजनमानम्	
१. सूर्यसिद्धान्तस्य	१८७२०८०८६४००००००	
२. ब्रह्मगुप्तस्य	३३२४०००	
३. भास्कराचार्यस्य	१८७१२०६९२०००००००००	
४. श्रीपतिः	२५९८८९८५०	रविकक्षाप्रमाणम्
		४३३१४९७$\frac{१}{२}$ यो०
		चन्द्रस्य
		३२४००० यो०

प्राचीनमतेन गतिकलाबिम्बकलयोर्निष्पत्तिः



चित्रम्—३४

$\angle$ ग्र$_1$ के ग्र$_2$ = गतिकला

ग्र$_1$ ग्र$_2$ = योजनात्मिका गतिः

$$\frac{\text{ज्या} \angle \text{ के ग्र}_1 \text{ ग्र}_2 \times \text{ग्र}_1 \text{ ग्र}_2}{\text{के ग्र}_2} = \frac{\text{त्रि} \times \text{योजनगतिः}}{\text{क}_1} = \text{गतिकला}_1$$

एवमेवान्यकर्णोऽपि $\frac{\text{त्रि} \times \text{योजनगतिः}}{\text{क}_2}$ = गतिकला$_2$ ।

$\therefore$ क$_1$ × गतिकला$_1$ = क$_2$ × गतिकला$_2$

$$\frac{\text{गतिकला}_1}{\text{गतिकला}_2} = \frac{\text{क}_2}{\text{क}_1}$$

एवमेव बिम्बे— $\dfrac{\text{त्रि} \times \frac{1}{2}\text{ यो० बिम्ब}}{\text{क}_1} = \frac{1}{2}$ बि० क$_1$

स्वल्पान्तरात् $\dfrac{\text{त्रि} \times \text{यो० बिं०}}{\text{क}_1} =$ बिं० क$_1$ ।

एवमेव $\dfrac{\text{त्रि} \times \text{यो० बिं०}}{2} =$ बिं० क^2 ।

पूर्ववदत्रापि क$_2$ × वि० कला$_2$ = क$_1$ × बिं० कला$_1$ ।

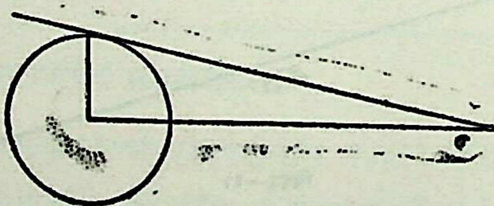
$\dfrac{\text{कर्ण}_1}{\text{कर्ण}_2} = \dfrac{\text{बिं० कला}_1}{\text{बिं० कला}_2}$ । ततः $\dfrac{\text{गतिकला}_1}{\text{गतिकला}_2} = \dfrac{\text{बिं० कला}_1}{\text{बिं० कला}_2}$

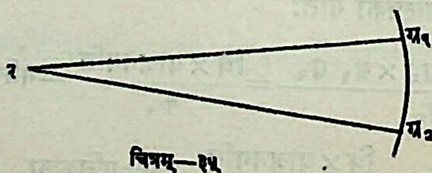
उच्चस्थाने गतिर्लघ्वी बिम्बं च लघु भवति ।

नीचस्थाने गतिर्महतो बिम्बं च महद् भवति ।

उभयोर्मध्येऽपि बिम्बगत्योः सम्बन्धस्तादृश एव भवति । नवीनास्तु स्थानद्वय-कर्णवर्गयोर्या निष्पत्तिः सैव तत्स्थानयोर्गत्योर्निष्पत्तिरिति मन्यन्ते ।

केपलरद्वितीयसिद्धान्तेनेदमत्र प्रदर्श्यते—





चित्रम्—१५

$$\frac{\text{ग्र}_1 \text{ग्र}_2 \times \text{र ग्र}_2}{२} = \text{क्षेत्रफलम्}$$

$$\text{ज्या} \angle \text{ग्र}_1 \text{ र ग्र}_2 = \frac{\text{ग्र}_1 \text{ग्र}_4}{\text{र ग्र}_2} = \frac{\text{गतिः}}{\text{कर्णः}}$$

$$\text{ज्यागतिः} = \text{गतिः}$$

$$\text{कर्णज्यागतिः} = \text{चाप।} \quad \frac{\text{चाप क}}{२} = \text{क्षेत्रफलं त्रिभुजस्य}$$

$$\tfrac{१}{२} \text{क} \times \text{गति} \times \text{क} = \text{क्षे} - \text{क}^२ \times \text{गतिः।}$$

$$\therefore \text{क्षे} = \text{क}^२ \times \text{ग}_1 = \text{क}^२ \times \text{ग}_2 \text{।} \quad \frac{\text{क}_1}{\text{क}_2} = \frac{\text{ग}_2}{\text{ग}_1} \text{।} \quad \frac{\text{क}_1}{\text{क}_2} = \frac{\text{ग}_2}{\text{ग}_1}$$

$$\text{किन्तु } \frac{\text{क}_1}{\text{क}_2} = \frac{\text{बिं}_2}{\text{बिं}_1} \text{। अतः } \frac{\text{ग}_1}{\text{ग}_2} = \frac{\text{बिं}_2}{\text{बिं}_1} \text{।}$$

॥ इति सप्तमोऽध्यायः ॥



॥ अथाष्टमोऽध्यायः ॥

ग्रहणस्य स्वरूपप्रतिपादनम्

तत्र सूर्यग्रहणस्य भारतीया पद्धतिः

भारतीयैर्मनीषिभिर्दृश्यस्य ग्रहणस्यैव जपदानहुतादिष्वभीष्टफलविधानादेकस्थानीयमेव सूर्यग्रहणगणितं विहितम्।

यथोक्तं भास्करेण—

बहुफलं जपदानहुतादिके श्रुतिपुराणविदः प्रवदन्ति हि।

तस्मादेकस्थानीयदृश्यरविग्रहणस्य कृते यान्युपकरणान्युपादेयान्यासन् तेषामेवानयनं तैर्विहितम्। तत्र दर्शान्तकालस्तात्कालिकौ स्फुटौ रविचन्द्रौ तयोः स्फुटे गती बिम्बे च प्रथमं साधयित्वा ततश्चन्द्रशरः परमलम्बनं पर्वान्तसंस्कार इत्येतान्युपकरणानि ग्रहणगणितात् प्राग् विधेयानि। अतः पर्वान्तसंस्कारसंस्कृतपर्वान्तकाले रविचन्द्रयोस्तात्कालिकनतांशेन दृग्लम्बनमानीय तेन क्रान्तिवृत्ते कदम्बप्रोतवृत्ते च स्फुटे लम्बननती समानीय ताभ्यां दर्शान्तीयस्फुटौ रविचन्द्रौ शरं च संस्कृत्य ग्रहणस्य स्पर्शमध्यमोक्षकालाः साधिताः। यतो हि गर्भीयदर्शान्ते या रविचन्द्रयोर्युतिः सा तयोः कक्षयोर्भिन्नत्वाद् भूव्यासार्धोच्छ्रितभूपृष्ठनिष्ठद्रष्टुर्दृश्या न भवति। अतो लम्बननतीभ्यां तद्दृश्यता सम्पाद्यते।

यथोक्तं भास्करेण—

पर्वान्तेऽर्कं नतमुडुपतिच्छन्नमेवं प्रपश्येत्
भूमध्यस्थो न तु वसुमती पृष्ठनिष्ठस्तदानीम्।
तद्दृक्सूत्राद्विमरुचिरधो लम्बितोऽर्कं ग्रहेऽतः
कक्षाभेदादिह खलु नतिर्लम्बनं चोपपन्नम्॥

(सि० शि०, गो० ग्र० वा० २ श्लोकः)

अन्यच्च—

यतः स्वर्धोच्छ्रितो द्रष्टा चन्द्रं पश्यति लम्बितम्।
साध्यते कुदलेनातो लम्बनं च नतिस्तथा॥११॥

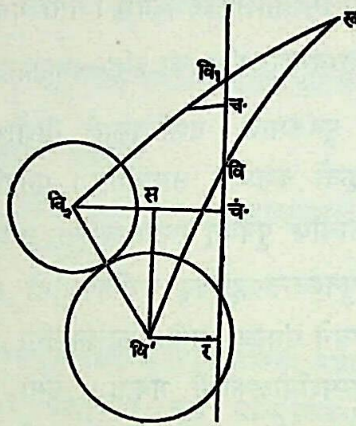
तत्र प्रथमं यो गर्भीयो दर्शान्तः साधितः, तात्कालिकं क्रान्तिवृत्तीयं रविचन्द्रयोर्लम्बनं विधाय तयोर्लम्बनयोरन्तरं कार्यम् । ततो गत्यन्तरकलाभिर्यदि षष्टि-६० घटिका लभ्यन्ते तदा लम्बनकलाभिः का इति—अनुपातेन $\frac{\text{६०} \times \text{लम्बनकलाभिः}}{\text{गत्यन्तरकलाभिः}}$ =लम्बनसम्बन्धिघटिकाः पूर्वकपाले दर्शान्तकाले विशोध्याः, पश्चिमकपाले च योज्याः । तदा लम्बनसंस्कृतो दर्शान्तः समायाति । पुनरस्मिन् दर्शान्ते रविचन्द्रौ प्रसाध्य पुनस्तयोर्लम्बने आनीय पूर्ववत् पृष्ठीयदर्शान्तः साध्यः । एवमसकृत् क्रियया पृष्ठीयदर्शान्तः साध्यते । पुनश्चन्द्रग्रहणवद् गर्भीयदर्शान्ते साधितौ स्पर्शमोक्षकालावानीय तात्कालिकेऽपि लम्बने संसाध्य तयोः कालमानीय गर्भीयस्पर्शमोक्षकालयोः संस्कारेण पृष्ठीयरविग्रहणस्पर्शमोक्षकालौ भवतः । इमौ कालावप्यसकृदेवानेयौ । एतेषां पृष्ठीयस्पर्शमध्यमोक्षकालानां साधनमत्रासकृल्लम्बनेन यद्विहितं तद् भास्कराचार्यैः सकृदेव लम्बनमानीयाभिहितम् । तत्साधनं लम्बनप्रकरणे दर्शितमेव ।

सूर्यग्रहणप्रकरणे ग्रहणमध्यकालिकशरवर्गं मानैक्यार्धवर्गादपनीय तन्मूलं स्थूलं स्थित्यर्धं क्रान्तिवृत्तीयं कल्पितम्, ततो गत्यन्तरकलाभिर्यदि ६० षष्टिघटिका लभ्यन्ते, तदा स्थित्यर्धकलाभिः का इति—

$\frac{\text{६०} \times \text{स्थित्यर्धकलाभिः}}{\text{गत्यन्तरकलाभिः}}$ इत्यनुपातेन स्थित्यर्धकालमानीय पर्वान्तसंस्कारसंस्कृतदर्शान्तकाले तं वियोज्य संयोज्य च ग्रहणारम्भग्रहणमोक्षकालौ स्थूलावानीतौ । ततो पूर्वोक्तवल्लम्बननतीभ्यां स्पर्शमोक्षकालौ स्फुटीकृतौ ।

एतस्य गणितस्य सौविध्यार्थन्तु स्थूलग्रहणमध्यकालात् पूर्वं पश्चाच्च पञ्च ५ घटीपर्यन्तं प्रतिघटि रविचन्द्रयोः पूर्वापरान्तरं शरञ्च साधयेत् । तौ च लम्बननतीभ्यां संस्कृतौ कार्यौ । ततः पूर्वापरान्तरेभ्य इष्टस्थाने दृश्यं दर्शान्तकालं साधयेत् । यदा च रविचन्द्रयोः पूर्वापरान्तराभावः स एव दृश्यदर्शान्तकालः । स तु त्रैराशिकेन ज्ञातुं शक्यते । नतिसंस्कृतशरस्तु रविचन्द्रयोर्दृश्ययाम्योत्तरान्तरम्, ततः स्पर्शमोक्षकालसाधनार्थं प्रतिघटि दृश्यपूर्वापरान्तरयाम्योत्तरान्तरयोर्वर्गं कृत्वा तयोर्योगाद् मूलं यदा रविचन्द्रयोर्बिम्बैक्यार्धसमं भवति, तदा रविचन्द्रयोर्बिम्बप्रान्तौ परस्परं स्पृशतः । मध्यकालात् पूर्वं स एव स्पर्शकालः, मध्यकालात् पश्चाच्च स एव मोक्षकालः । एवमेव दृश्यपूर्वापरान्तरवर्गो दृश्यदक्षिणोत्तरान्तरवर्गेण संयोज्य मूले गृहीते यदा बिम्बान्तरार्धसमो भवति, तदा दृश्यग्रहणमध्यकालात् पूर्वं सम्मीलनकालः । पश्चाच्च तादृशी स्थितिरुन्मीलनकालस्य भवतीति सुधीभिर्ज्ञातमेव ।

एषोऽर्थः क्षेत्रयुक्त्या प्रदर्श्यते—



चित्रम्—३६

गर्भक्षितिजरव्युदयात् कियद्घटिकासु पृष्ठाभिप्रायेण स्पर्शकालो भवतीति किलापेक्षितम्। यदि कल्प्यते पृष्ठाभिप्रायेण स्पर्शोऽभूदिति, तदा—

वि=रविकेन्द्रम्=रविस्थानम्।

वि₁=चन्द्रबिम्बकेन्द्रम्। च=चन्द्रस्थानम्।

च चं रं=क्रान्तिवृत्तखण्डम्। ख=खस्वस्तिकम्।

ख वि₁ विं₁=चन्द्रदृग्मण्डलम्।

ख वि₁ विं₁=रविदृग्मण्डलम्। विं₁—लम्बितचन्द्रबिम्बकेन्द्रम्।

विं₁ चं=चन्द्रस्य स्फुटशरः।

विं रं=रविनतिसमो रवेः स्पष्टशरः।

विं स=क्रान्तिवृत्तसमानान्तरवृत्तम्।

विं₁ स=स्फुटस्पर्शकाले स्पष्टशरः।

विं वि₁=मानैक्यार्धम्।

एतानि लघुचापानि लघुत्वात् सरलरेखाकाराण्याचार्यैः कल्पितानि। अतो विं वि₁ स—जात्ये विं विं₁, विं₁ स वर्गान्तरसमाः स्फुटस्थित्यर्धकलाः=विं स—रं चं—

स्फुस्थिक। च चं' = चन्द्रलम्बनकलाः − चलंक। वि रं' = रविलम्बनकलाः = र लं क। अनयो रविचन्द्रलम्बनयोरन्तरकलाः = ($ल_1$ क) षष्टिगुणा रविचन्द्रगत्यन्तर-कलाहृता आचार्यसाधिताः स्पर्शे लम्बननाड्यः=$ल_1$। तथा स्फुटस्थित्यर्धकलाः = (स्फुस्थिक) षष्टिगुणा गत्यन्तरहृता आचार्योक्तं स्फुटं स्थित्यर्धं घटिकात्मकम् = स्फुस्थि। अथैतस्मिन् स्पर्शकाले गर्भाभिप्रायेण रविचन्द्रान्तरकलाः = चवि = च रं' − वि रं' = चं' रं' + च चं' − वि रं' = स्फुस्थिक + च लं क − र लं क= स्फुस्थिक + $ल_1$ क। एतद्घटिकाः − स्फुस्थि + $ल_1$।

गणितागतदर्शान्ते गर्भाभिप्रायेण रविचन्द्रान्तराभावः स्पर्शकाले च ततः प्रागानीतान्तरं तयोः स्फुस्थि + $ल_1$ एतावतीषु घटिकासु। अतो गणितागतदर्शान्त-कालादागता इष्टघटिका विशोध्य जातः स्फुटस्पर्शकालः = द − स्फुस्थि − $ल_1$। स्फुटस्पर्शकाले स्फुटस्थितिदलशरलम्बनाज्ञानादसकृत्कर्मानुक्रममप्युचितमेव। एवं मोक्षसम्मीलनोन्मोलनेष्वपि क्षेत्रसंस्थया स्फुटा वासना। अनया मत्क्षेत्रयुक्त्या भास्करोक्तं सर्वं स्फुटमुपपद्यते।

अथ कल्प्यते प्राक्कपाल एव स्पर्शमध्यमोक्षाः। स्पर्शमध्यमोक्षेषु क्रमेण लम्बनं $ल_1$, $ल_2$, $ल_3$ तदा पूर्वयुक्त्या—

मध्यकालः = द − $ल_2$।

स्पर्शकालः = द − स्पस्फुस्थि − $ल_1$।

प्रथमाद् द्वितीयं विशोध्य स्पष्टं स्पार्शिकं स्थितिखण्डम् = स्पस्फुस्थि + $ल_1$ − $ल_2$, अत्र यदि $ल_1 > ल_2$ तदा लम्बनान्तरं स्पार्शिकस्थितिदले देयम्।

अथ मध्यकालः = द − $ल_2$।

मोक्षकालः = द + मौस्फुस्थि − $ल_3$।

अत्र प्रथमं द्वितीयाद् विशोध्य स्पष्टं मौक्षिकं स्थितिखण्डम्=मौस्फुस्थि+ $ल_2$ − $ल_3$। अत्र यदि $ल_2 > ल_3$ अतस्तदापि मौक्षिकस्फुटस्थित्यर्धे लम्बनान्तरं देयम्। अथैवमेव वित्रिभतः पश्चिमकपाले स्पर्शमध्यमोक्षेषु

मध्यकालः = द + $ल_2$।

स्पर्शकालः = द − स्पस्फुस्थि + $ल_1$।

प्रथमाद् द्वितीयं विशोध्य जातं स्पष्टं स्पार्शिकस्थितिखण्डम् = स्फुस्थि + $ल_2$ − $ल_1$। अत्र यदि $ल_2 > ल_1$ तदात्रापि लम्बनान्तरं देयम्। एवम्—

मध्यकालः $=$ द $+$ ल$_२$ ।

मोक्षकालः $=$ द $+$ मौस्फुस्थि $+$ ल$_३$ ।

द्वितीयात् प्रथमं विशोध्य जातं स्पष्टं मौक्षिकं स्थितिखण्डम् $=$ मौस्फुस्थि $+$ ल$_३$ - ल$_२$ । अत्र यदि ल$_३$ $>$ ल$_२$ तदात्रापि लम्बनान्तरं देयम् ।

यदैतद्विपर्ययोऽर्थात्[1] प्राक्कपाले यदि ल$_१$ $<$ ल$_२$, तथा ल$_२$, $<$ ल$_३$ । पश्चिमकपाले च ल$_२$ $<$ ल$_१$ तथा ल$_३$ $<$ ल$_१$ तथा क्षयात्मकत्वाद् हरिजान्तरं स्वे स्वे स्थितिदले शोध्यमिति स्फुटमेव । एवं यदा प्राक्कपाले स्पर्शः पश्चिमकपाले मध्यस्तदा

मध्यकालः $=$ द $+$ ल$_२$ ।

स्पर्शकालः $=$ द - स्पस्फुस्थि - ल$_१$ ।

प्रथमाद् द्वितीयमपास्य जातं स्पष्टं स्पार्शिकं स्थितिखण्डम् $=$ स्पस्फुस्थि $+$ ल$_२$ $+$ ल$_१$ । अतस्तत्र लम्बनयुतिर्योज्या । एवं यदा प्राक्कपाले मध्यः पश्चिमकपाले मोक्षस्तदा

मध्यकालः $=$ द - ल$_२$ ।

मोक्षकालः $=$ द $+$ मौस्फुस्थि $+$ ल$_३$ ।

द्वितीयात् प्रथमं विशोध्य जातं स्पष्टं मौक्षिकं स्थित्यर्धम् $=$ मौस्फुस्थि $+$ ल$_२$ $+$ ल$_३$ ।

अतस्तत्रापि लम्बनैकता मोक्षस्थितिदले योज्या । एवं विमर्दार्धयोरपि क्रिया कार्या । अत्र स्पर्शाद्यज्ञानाद् मध्यकालिकशरवशतः स्थित्यर्धं स्फुटं प्रथमं साधितमतोऽसकृत्कर्मावश्यकमित्युपपत्तितः सिद्धयतीति ।

सूर्यग्रहणस्यार्वाचोना पद्धतिः

सूर्यग्रहणशब्दस्यायमेवाशयो यच्चन्द्रबिम्बेनाच्छादितस्य रविबिम्बस्यास्माकं दृष्टिगोचरत्वाभावः । इयं स्थितिरमावस्यायामेव सम्भवतीति पूर्वं प्रतिपादितमेव । यदि चन्द्रकक्षाक्रान्तिवृत्तसमतलाभिन्नाभविष्यत्तदा प्रत्येकस्याममावस्यायां सूर्यग्रहणमप्यभविष्यदिति निश्चप्रचम्, किन्तु वास्तविकी स्थितिरेतस्माद् भिन्ना वर्तते । चन्द्रकक्षा क्रान्तिवृत्तेन सहांशपञ्चकमितं5^0 कोणमुत्पादयन्ती प्रावण्यमुपेता विद्यते । अतः सूर्यग्रहणसम्भवार्थमिदमावश्यकं यदामान्तकाले सूर्याचन्द्रमसावुभावपि स्वस्वकक्षासम-

---

१ अत्र रविचन्द्रयोः पृथक् पृथग् लम्बने आनीय तदन्तरवशतो वित्रिभासन्ने ग्रहणे एवं कदाचित् स्थितिर्भवितुमर्हति । यथा वित्रिभे चन्द्रस्थाने तत्स्फुटलम्बनाभावः । स्पर्शकाले तदग्रे रवौ हि रविस्फुटलम्बनं किञ्चिद् भवति । एतादृशस्थले रविलम्बनमेव चन्द्रलम्बनादधिकमित्यादि निपुणं विलोक्यं सुधीभिः ।

धरातलयोरत्यन्तं सन्निहितौ स्याताम्। स्थितिरियमुभयोः कक्षयोः पातासन्न एव वर्तमानयो रविचन्द्रयोः सम्भवति।

इदं विदितमेव यच्चन्द्रपातः (राहुरिति) क्रान्तिवृत्ते विपरीतगत्या भ्रमति, यत्किल सार्धाष्टादश-१८$\frac{3}{5}$ वर्षैः ६७९८.३ दिवसैर्वा एकं पर्ययं पूरयति। चन्द्रपात-रव्योर्गतिगणनयेदमायाति यदेकस्माद् रविराहुसङ्गमाद् द्वितीयरविराहुसङ्गमं यावद् ३४६.६२ दिवसा व्यतीता भवन्ति। एतेनेदं फलितं यच्चन्द्रपातस्यैकभगणपूर्तिकाले सूर्यस्यैकोनविंशति-१९ पर्ययाः पूर्यन्ते। समयोऽयं ६५८५.८ दिनात्मको भवति; किन्त्वेकस्मिन् चान्द्रमासे २९.५३०६ दिवसा भवन्ति। अतः २२३ चान्द्रमासानां ६५८५.३ दिवसा भवन्ति। ततो हि २२३ चान्द्रमासानामेकोनविंशति१९रविराहु-सङ्गमानां च दिवससंख्या स्वल्पान्तरात् साम्यं भजते। कालोऽयमेकादशदिनाधि-काष्टादशवर्षात्मको १८ वर्ष ११ दि० भवति। उभयोरेतयोर्द्वयोर्घटनयादिवस-संख्यासु $\frac{1}{2}$ अर्धदिवसादप्यल्पीयमन्तरं विद्यते। इदं ग्रहणचक्रशब्देन व्यपदिश्यते। इदं ग्रहणचक्रं रविचन्द्रयोर्ग्रहणस्य कृतेऽतितरां महत्त्वशाली विद्यते।

कल्प्यतां यदेकस्मिन् नियतकालेऽमावस्यायां सूर्यश्चन्द्रपाते विद्यते। एतस्यां स्थितौ नियमेन रविग्रहणं भविष्यति। पुनरेकस्मिन् ग्रहणचक्रसमयेऽतीते एकोन-विंशति-१९ रविराहुसङ्गमा अतीता भविष्यन्ति, येन भूयोऽपि रविश्चन्द्रपात एव स्थास्यति। स्थितावस्यामिदमपि समुपस्थास्यति यद् रविचन्द्रावमायामेव स्थितौ भविष्यतः। यतो ह्येकस्मिन् ग्रहणचक्रे २२३ चान्द्रमासा अतीताः स्युः। एतेनेदमपि पर्यवसीयते। यत् प्रथमग्रहणचक्रे ग्रहणानां याः स्थितयः सम्पन्ना भवेयुस्ता एव द्वितीयग्रहणचक्रेऽपि प्रारब्धा भविष्यन्ति। एतेनापरमपि इदं सिद्ध्यति यद् द्वितीय-चन्द्रपाते (केतौ) इयमेव स्थितिर्नूनं पुनरावृत्ता भविष्यति। एकस्मिन् ग्रहणचक्रे चन्द्रग्रहणानामपि याः स्थितयस्ता द्वितीयस्मिन् चन्द्रग्रहणचक्रेऽपि स्युरेव। यतो हि यदा पूर्णिमायां चन्द्रग्रहणं भविष्यति, तदा सूर्यश्चन्द्रतः षड्भान्तरितो द्वितीयपाते स्यादेव। ततो हि पूर्वग्रहणचक्रे यानि चन्द्रग्रहणानि सम्पन्नानि द्वितीयचक्रेऽपि तान्येव पुनरावृत्तानि भविष्यन्त्येव।

१. पूर्वं विज्ञापितं यद् रविग्रहणं कथं सम्पद्यते। इदानीं तस्य विशिष्टा स्थितिः प्रतिपाद्यते। चन्द्रमसो व्यासार्धं भूव्यासार्धतो नितरां लघीयो विद्यते। अतः सूर्यतः समुत्पन्नायां चन्द्रबिम्बीयसूच्याकृतिच्छायायां भूबिम्बं पूर्णतया प्रविष्टं न भवितुं शक्नोति, किन्तु तस्य स्वल्पप्रदेश एव चन्द्रच्छायया छादितो भवति। एत-स्मादेव सूर्यग्रहणं भूपृष्ठस्य सीमितेषु प्रदेशेष्वेव दृग्गोचरीभवति। रविचन्द्र-

बिम्बयोः क्रमस्पर्शरेखाभिः (अन्तःस्पर्शाभिः) उत्पन्ना चन्द्रच्छाया भूपृष्ठस्य यावन्तं प्रदेशमाच्छादयति, तावत्येव प्रदेशे पूर्णं सूर्यग्रहणं दृग्गोचरीभवति। एवमेव रविचन्द्रबिम्बयोर्विरुद्धस्पर्श(बहिःस्पर्श)रेखाभिः समुत्पन्नसूच्या भूगोलस्य यावान् प्रदेश आक्रान्तो भवति, तावत्येव प्रदेशे खण्डसूर्यग्रहणं भवति। सूर्यस्य सम्पूर्णं ग्रहणं तदा सम्भवति यदा चन्द्रबिम्बस्य कलात्मकं मानं सूर्यबिम्बस्य कलात्मकमानादधिकं भवेत्। तस्मिन् कालेऽस्माकं कृते चन्द्रः सूर्यापेक्षयाऽऽकाशस्याधिकं प्रदेशमाच्छादयिष्यति, किन्तु चन्द्रकक्षाकेन्द्रं भूकक्षायां न विद्यते। एवं च रविचन्द्रयोः कलात्मकौ व्यासौ साम्यासन्नौ विद्येते। अतो यदा चन्द्रः स्वोच्चसमीपे स्थास्यति तदा तस्य बिम्बस्य कलात्मकं मानं सूर्यबिम्बापेक्षया लघुतरं भविष्यति। तदा नूनं चन्द्रबिम्बं सूर्यबिम्बं पूर्णतयाऽऽच्छादयिष्यति। अस्यां स्थितौ यदा सूर्यग्रहणं भविष्यति तदा सूर्यबिम्बमध्ये कृष्णं समन्ततः पालिप्रदेशे च कङ्कणमिव विद्योतमानं दृग्गोचरीभविष्यति। एतादृशं ग्रहणं कङ्कणग्रहणमिति व्यपदिश्यते।

२. चन्द्रग्रहणं हि यदा सम्पद्यते तदा भूपृष्ठस्य यावति प्रदेशे रात्रिर्भवति तावति सर्वत्र दृग्गोचरीभवति, किन्तु सूर्यग्रहणं न तथा दृश्यत इति पूर्वं प्रतिपादितमेव। ततो हि सूर्यग्रहणं भूपृष्ठे कियत्सु प्रदेशेषु दृग्गोचरीभवितुं शक्नोतीत्येतदर्थमभियुक्तैर्गणितप्रक्रियाविर्भाविता। तस्य स्वरूपमत्र प्रतिपाद्यते—

सूर्यपृथिव्योः क्रमस्पर्शरेखाभिरुत्पन्ना सूची सूर्यदिशि चन्द्रकक्षायां भूकेन्द्राभिप्रायिकं यावन्तं कोणमाक्रामति, तस्य द्विगुणं कोणात्मकं मानं हि भूमण्डलीयसूर्यग्रहणस्य कृते चन्द्रग्रहणे भूभाया इव कार्यार्हं भवति। यतो हि तेन सह यदा चन्द्रबिम्बस्य सम्पर्को भवति तदैव भूपृष्ठे सूर्यग्रहणं सम्पद्यते। चित्र नं० १ अथवा प्रकृतचित्रे रविचन्द्रयो रविपृथिव्योश्चान्तःस्पर्शरेखाभिः समुत्पन्ना चन्द्रभा भूभा च प्रदर्शिते स्तः। अत्र 'म क 'स्प' रविभूपिण्डयोरन्तःस्पर्शरेखा, भूबिम्बेन सह 'स्प' बिन्दौ सङ्गच्छते। ततो हि 'स्प'बिन्दुस्थो द्रष्टा नूनमेव सूर्यबिम्बस्य पृष्ठभागमवलोकयिष्यति। प्रकृतक्षेत्रे रेखागणितीयोपपत्तिभिरिदं सिद्धं यद् भूपृष्ठस्य 'स्प'-बिन्दावेव रविग्रहणस्य स्पर्शः, एवं 'स्प'बिन्दौ च मोक्षो भविष्यति। यतो ह्यनयोरेवान्तराले चन्द्रभायाश्चन्द्रभा प्रतिभाया 'स्प', 'स्प' बिन्दौ प्रवेशो निर्गमनं च भविष्यतः। अतस्तदानीं चन्द्रकक्षायां ग भू क एव चन्द्रग्रहणे भूभावदत्र चन्द्रबिम्बप्रवेशार्थं भविष्यति। इयमेव दीप्तभूभा इति व्यपदिश्यते। चन्द्रबिम्बस्यार्धं च भू क भविष्यति। ततो यद्यमान्तासन्ने च भू सू तुल्यश्चन्द्रशरो भवेत्तदा भूतले सूर्यग्रहणस्य स्पर्शो मोक्षो वा नूनं भविष्यतीति पर्यवसीयते।

चित्रम्—३७

अत्र चित्रे—

$\angle$ च भू सू = $\angle$ च भू ल + $\angle$ क भू सू

एतस्मिन् $\angle$ क भू सू = ½ दीप्तभूभा।

म प ‖ भून

$\angle$ भू न सू = ९०°

सू न = सू म – न म = ½ रव्या = ½ भू व्यासः।

$\angle$ प क भू = $\angle$ क भू न = चन्द्रपरमलम्बनं स्वल्पान्तरात्।

ततः —

∴ क भू सू = $\angle$ प क भू + $\angle$ न भू सू।

इदानीं ज्या $\angle$ न भू सू = $\dfrac{\text{ज्या } \angle \text{ क प भू} \times \text{भू प}}{\text{भू सू}}$

= $\dfrac{\text{त्रि } \frac{1}{2} \text{ (रव्या – भूव्या)}}{\text{रविकर्णः}}$ =

= ½ रविबिम्बम् – रविपरमलम्बनम् = रवि – र० प० लं

ज्या $\angle$ प क भू = $\dfrac{\text{ज्या } \angle \text{ क प भू} \times \text{भू प}}{\text{क भू}}$ = $\dfrac{\text{त्रि } \times \frac{1}{2} \text{ भूव्यासः}}{\text{चन्द्रकर्णः}}$ =

= चं प० लं०।

अत्र भू क = भू चं – चन्द्रकर्णः स्वल्पान्तरात्।

अत्र प्रस्तुतानां कोणानां लघुत्वाद् ज्याचापयोरभेदाच्च

∴ $\angle$ क भ सू = ½ – र प लं + चं० प० ल० = ½ दीप्त भू भा····(१)

अतोऽस्य स्मरणार्थं निम्नलिखितं सूत्रं प्रस्तूयते—

निशाकरदिवानाथपरलम्बनजान्तरम् ।
रविबिम्बार्धसहितं दीप्तभूभावलं भवेत् ॥

Δ च क भू त्रिभुजे—

$\angle$ च क भू समकोणासन्नः

ज्या $\angle$ च भू क $= \dfrac{\text{ज्या} \angle \text{च क भू} \times \text{चं क}}{\text{भू च}} = \dfrac{\text{त्रि} \times \frac{1}{2} \text{ चं० व्यासः}}{\text{चन्द्रकर्णः}}$

$= \frac{1}{2}$ चं० बिम्ब ....(२)

$\therefore$ $\angle$च भू सू $= \frac{1}{2}$ रविं $+ \frac{1}{2}$ चं० विं $+$ चं प लं $-$ र० प० लं० ....(३)

समीकरणाभ्यां १, २ ग्रहणस्य स्पर्शकाले दीप्तभूभायाः, चन्द्रबिम्बस्य च योगार्धं ज्ञातुं शक्यते ।

रविग्रहणसम्भवनीयक्रान्तिवृत्तीयभुजांशसीमा

चन्द्रग्रहणार्थं हि रेखागणितेन भूभामानं म० म० पण्डितप्रवरसुधाकरद्विवेदिना लिखितं यत्—

दिवाकरनिशानाथपरलम्बनसंयुतिः ।
रविबिम्बार्धरहिता भूभा बिम्बदलं भवेत् ॥

अथवा—

$\frac{1}{2}$ (च प लं $+$ रविपरमलम्बनं) $- \frac{1}{2}$ रविं $= \frac{1}{2}$ भूभा ।

इदं द्विगुणितं भूभामानम् ।

रविग्रहणे त्वनन्तरोक्तरेखागणितीयोपपत्त्या दीप्तभूभामानम् ।

$=$२ चं प लं $-$ २ र० प० लं० $+$ रवि० $=$भूभामानम् ।

अत्रोभयोर्मध्यमरविचन्द्रबिम्बलम्बानां मूल्योत्थापनेन चन्द्रग्रहणार्थं भूभा—

२ (६१′.५ $+$ ०.१४ $-$ १६′.३) $=$ २ (४५.३४) $=$ ९०.६८

चन्द्रग्रहणार्थं हि भूभा स्वपञ्चाशदंशेनाधिका क्रियते, तेन

$\frac{५१}{५०}$ (९०.६८) $=$ ९२′.४९ ।   अत्र रविपरमलम्बनम् $=$ ८″.८

रविग्रहणार्थं दीप्तभूभा $=$ १५५′.३२ मिता आयाति ।

अत्रोभयोर्भूभार्धयोश्चन्द्रबिम्बार्धमानस्य संयोजनेन चन्द्ररविग्रहणयोर्मर्यादावबोधकौ शरौ सम्पद्येते । एतेन स्पष्टं यच्चन्द्ररविग्रहणयोः सीम्नो निर्धारकयोः शरयोर्भिन्नत्वात् तयोः क्रान्तिवृत्तीयभुजांशयोरपि भिन्नत्वं स्पष्टमेव । भारतीयसिद्धान्तेषु

चन्द्रग्रहणस्य क्रान्तिवृत्तीयसीमा अधिकोक्ता, सूर्यग्रहणस्य च स्वल्पा किन्त्वधुनानीत-शराभ्यामेतद्विपरीतं सीम्नोर्माने समुत्पद्येते ।

पूर्वोक्तसमीकरणेनामान्तकाले मध्यमचन्द्रशरो यदा १°।३४′.९ मितो भवति, तदा ग्रहणसम्भवो भवितुमर्हति, किन्तु चन्द्रपरमशरोऽपि सर्वतो नैकविधां स्थितिमापद्यते। तस्य चन्द्रपरमलम्बनस्य परमाल्पमानं (५७.५) ग्रहणेन लघुत्तमामान्तकालिकः शरः १°।०′।३४″.९ मितमायाति। अतोऽधिके चन्द्रशरे रविग्रहणसम्भवो न भवति।

क्रान्तिवृत्ते सूर्यग्रहणस्य सीमाधुना चापीयत्रिकोणमित्या साध्यते—

चित्रम्—३८

क्षेत्रपरिचयो यथा—

रा = राहुः (चन्द्रपातः)।

रास्था = क्रान्तिवृत्तीयभुजांशाः।

रा चं = विमण्डलीयभुजांशाः।

चंस्था = सूर्यग्रहणसीमावबोधकशरः।

$\angle$ चं रास्था = परमशरलघुत्तमः = ४°।५८′.८।

एतस्माच्चापीयसूत्रानुसारेण—

$$\frac{\text{स्पचंस्था}}{\text{स्प} \angle \text{ चं रा स्था}} = \text{ज्या रास्था} = \frac{\text{स्प चं शर}}{\text{स्प चं० प शर}} = \text{भुजांशज्या}$$

$$= \frac{\dfrac{\text{स्प (चं शर)}}{१}}{\text{कोस्प (च० प० शर)}} = \text{स्पचंशर} \times \text{कोस्प चं० प० शर}।$$

सूक्ष्मगणितरीत्या परमाधिकपरमाल्पसूर्यग्रहणसीमा

(१)

८.४४११००५ लघुरिक्थ स्प १°।३४′.९।

११.०५९६५१८ लघु० कोस्प ४°।५८′.९।

९.५००७५२३ लघु० ज्याक्रान्तिवृत्तीयभुजांशाः

१८°।२८′।५″ परमाधिकक्रान्तिवृत्तीयसूर्यग्रहणसीमा।

(२)

८.३९२७१९४ लघुरि० स्प० १° । २४′.७ ।
११.०३१३७१३ लघु० कोस्प ५° । १८′.६ ।

९.४२४०९०७ लघुरिक्थज्याक्रान्तिवृत्तीयभुजांशाः ।
१५° । २३′ । ५०″ क्रान्तिवृत्तीयपरमाल्पसूर्यग्रहणस्य सीमा ।

उपर्युक्तसमीकरणयोश्चन्द्रग्रहणसम्भवशरस्य परमाल्पमानं चन्द्रपरमशरस्य महत्तममानमङ्गीकृत्य गृह्येत तदा क्रान्तिवृत्ते सूर्यग्रहणसम्भवस्य परमलघुसीमा पूर्वोक्त-सूत्रेणानीता भविष्यति । रविचन्द्रबिम्बयोरर्धस्य चन्द्रपरमलम्बनस्य च न्यूनतम-मानानि क्रमशः १४.७, १५.८ एवं ५३.९ भवन्ति । एषां योगेन चन्द्रशरस्य न्यूनतमं मानं १° । २४′ । ७″ मितं ग्रहणसम्भवार्थं समायाति । तत्र यदि चन्द्रपरमशरस्य परमाधिकं मानं ५° । १८′.६ विकलामितं गृह्येत तदा पूर्वसमीकरणानुसारं रवि-ग्रहणस्य लघुतमा क्रान्तिवृत्तीयभुजांशसीमा अमान्तकाले १५°.४′····(१५° । २३′ । ५०″) मितायाति । एवं पूर्वोक्तयुक्त्या परमाधिकसीमापि रविचन्द्रबिम्बयोर्भविष्य-तीति नव्यानां सम्मतम् ।

प्राचीनानां मते ग्रहणसीमा

भास्कराचार्येण ग्रहणसम्भवक्रान्तिवृत्तीयसीम्नोर्विषये प्राचीनाचार्याणां मता-न्यालोचयता चन्द्रग्रहणविषये १४ चतुर्दशांशाः, सूर्यग्रहणविषये च सप्तांशमिताः क्रान्तिवृत्तीयभुजभागा निर्धारिताः ।

तथा हि तत्र तद्वाक्यम्—

सपातसूर्यस्य भुजांशका यदा मनूनकाः स्याद् ग्रहणस्य सम्भवः ।

(सि० शि० पर्वसम्भ० श्लो० ३)

भाष्ये च—

ग्रहणं हि मानैक्यार्धादूने विक्षेपे भवति । चन्द्रग्रहे मध्यमं मानैक्यार्धं षट्पञ्चाशत्कलाः ५६।।०, सूर्यग्रहे द्वात्रिंशत् ३२ ।।८, षट्पञ्चाशत्कलात्मकः शरो द्वादशभिर्भुजभागैर्भवति । द्वात्रिंशन्मितः सप्तभिर्भुजभागैर्भवति ।

तत्र हि रविग्रहणसम्भवार्थं सपातसूर्यस्य भुजांशान् आनेतुं पूर्वं यः किल रवि-चन्द्रबिम्बार्धतुल्यशरे क्रान्तिवृत्तीयभुजांशः साधितस्तत्र नतिसंस्कृतशरेणैव भुजांशा आनेतव्या इति भास्कराचार्य उक्तवान् । तत्र संस्कारोऽपि देय इति तन्मतम् । तथा च तदुक्तिः —

तथात्र मध्यमः सूर्यः सपात आगच्छति। तेन स्फुटेन भवितव्यम्। स्फुट-मध्ययोरन्तरं स्थूलं किल भागद्वयम् २। अत उक्तं मनूनका इति। अन्यथा द्वादश-भिरेव भुजभागैर्मानैक्यार्धतुल्यः शर उत्पद्यते। तथा गूढक्रियया फलमानीय सपात-सूर्य इति नामनिर्देशः कृतः। तेन तयोर्बीजकर्म सूचितम्। तदप्यत्र सपातार्के कार्यम्।

इदं बीजकर्म तावन्नतिसंस्कृतशरतः समानीता भुजांशा एव। तथा चोत्तर-पद्यस्योपपत्तौ ये सपातसूर्यस्य भुजांशास्ते शरार्थं पृथक् स्थापिताः। अथ च सूर्यग्रहे शरो नत्या संस्कृतः कार्यः।

अथ ते वित्रिभनतांशा यदा पञ्चचत्वारिंशत् ४५° भवन्ति तदा यदि त्रिज्यया परमावनतिः ४८।४६ लभ्यते, तदा पञ्चचत्वारिंशदंशानां ज्यया २४३१ किमिति फलं नतिः सार्धाश्चतुस्त्रिंशत्कलाः ३४।३०। एतावांश्छरो यैर्भुजभागैरुत्पद्यते त एव भुजभागा ज्ञेयाः। यदि सप्तत्या कलानां पञ्चदश-१५ भागा लभ्यन्ते तदाभिर्नतिकलाभिः ३४।३० किमिति लब्धा अंशाः सप्त, चतुर्विंशतिकलाश्च।

अत्र यदि परमा नतिः परमलम्बनतुल्या गृह्येत रविचन्द्रयोर्मानैक्यार्धेन सा युज्येत। तत एतादृशेन शरेण यदि भुजांशा आनीयन्ते तदार्कग्रहणस्य क्रान्ति-वृत्तीयभुजांशा आधुनिकोक्तभुजांशेन समाः स्युरेव। ते च भूमण्डलीयरविग्रहणार्थ-मप्युपयुक्ताः स्युरेव, किन्तु भारतीयाचार्यैरेकस्य स्थानस्य कृते रविभुजांशा आनीताः। ते च भास्करोक्तप्रकारेणानीताः सार्धसप्तभागमिता ईषत्स्थूलाः समागताः।

इदमेवालोचयन्नर्वाचीनप्राचीनोभयज्योतिषसिद्धान्तज्ञः केतकरोऽप्याह—

विराह्वर्कभुजे वर्षे नन्देन्द्व१९शाल्पके सति।
ग्रहस्य सम्भवो ज्ञेयो विश्वां१३शाल्पे तु कुत्रचित्॥ ६॥

भाव्यमर्कोपरागेणाभीष्टग्रामे भवेन्न वा।
इति वक्तुमशक्यं स्यान्नतियुक्तशरं विना॥ ७॥

अर्थादेकस्य स्थानस्य कृते ग्रहणमभीष्टं चेत् तत्रत्यनतियुक्तशरेण विना तत्र ग्रहणसीमा वक्तुमशक्या। भास्करेणेष्टकालिकनतिमानीय तत्र शरसंस्कारं विधायै-तादृशेन शरेण भुजांशानानीयेष्टस्थले ग्रहणभुजांशाः साधिताः, ते तु समीचीना एव।

॥ इत्यष्टमोऽध्यायः॥

१५

॥ अथ नवमोऽध्यायः ॥

ग्रहणस्य स्वरूपप्रतिपादनम्

तत्र भूमण्डलीयगणितम्—

अत्र प्रथमं प्राक्तनानां सूर्यग्रहणोपकरणैरेव भूमण्डलीयरविग्रहणसाधनं कथं सम्पद्यत इत्यस्य विवेचनं गृह्यते। पूर्वं तावद् रविग्रहणसम्भवे ज्ञाते सति पृथिव्यां कस्मिन् प्रदेशे खमध्ये रविग्रहणमध्यो भविष्यतीति पूर्वोक्तयुक्त्या निर्धार्य तात्कालिकतिथिशराभ्यां सूर्योदये सूर्यास्ते च कुतः कुतो रविग्रहणमध्यो दृश्यो भविष्यतीत्यपि तिथिशराभ्यामेव निर्धारयितुं शक्यते।

अत्र सूर्यचन्द्रान्तरं तिथिधनं प्रकल्प्य तिथिशराभ्यां शरसम्मुखः कोणो ज्ञातव्यः। तत्र शरतिथिभ्यामुत्पन्नकोणः समकोणः ९०°। तिथिशरौ ज्ञातावेव। पुनश्चापीयत्रिकोणमित्या तिथिज्यया शरस्पर्शज्या भक्ता सती शरसम्मुखस्थितकोणस्य स्पर्शज्यामुत्पादयति। स एव कोणो रविक्षितिजे क्रान्तिवृत्ततस्तत्कोणांशतुल्यशरवति प्रदेशे सूर्योदये सूर्यास्ते च रविग्रहणमध्यस्य दर्शनयोग्यतामुत्पादयति। अयमेव खमध्यशर इति व्यपदिश्यते। अस्य स्थितिः शरदिशि शरेतरदिशि च भवतीति पूर्वविवेचनेन स्पष्टमेव।

तत्र तात्कालिकसूर्ये युता हीनाश्च नवत्यंशाः सूर्योदये सूर्यास्ते च क्रान्तिवृत्ते खमध्यशरभोगौ सम्पद्येते। आभ्यां खभोगशराभ्यां विषुवांशक्रान्ती समानीय खमध्ये ग्रहणमध्यस्थलीयदेशान्तरेऽनयोर्विषुवांशयोः संस्कारेण सूर्यग्रहणमध्यस्य सूर्यास्तकाले दृश्यतायोग्यतावतां भूमण्डलीयस्थलानां देशान्तरौ ज्ञातौ भवतः। उभौ क्रान्ती च तयोः स्थानयोरक्षांशौ भविष्यतः।

एवं सूर्योदये सूर्यास्ते च रविग्रहणदृश्यतावतां स्थलानां ज्ञानं क्रियते—

क्षेत्रपरिचयो यथा—

$\angle$ चं सू स्था = खशरः।

$$\frac{\text{चंस्था}}{\text{सूस्था}} = \text{स्प} \angle \text{ चं सू स्था} = \text{स्पखशरः} = \frac{\text{चं श स्प}}{\text{तिथिज्या}}\text{।}$$

ततः सूर्यग्रहणस्य क्षितिजे सू ख$_1$, सू ख$_2$ स्थानयो रविचन्द्रदृग्वृत्तेऽवस्थानम्, इष्यते च क्रान्तिवृत्ते। तस्मात् सू ख$_3$, सू ख$_4$ अनयोः क्रान्तिवृत्तीययोः स्थानयोरेव

क्षेत्रम्—१६

गणना विधीयते। ततः पूर्वस्थस्थानस्य कृते रवौ नवत्यंशा योज्याः, पश्चिमस्थस्य कृते नवत्यंशा वियोज्याः, तदा क्रान्तिवृत्ते स्थानद्वयमुपलब्धं यस्य ख$_१$ ख$_४$=ख$_२$ ख$_३$=खशरतुल्यांशाः।

ख$_१$ स्थानस्य ख$_१$ ख$_४$ तुल्यशरे (रवि+९०°) तुल्यभोगांशे (रवि—९०°), तुल्यभोगांशं च वित्रिभौ प्रकल्प्योपर्युक्तखशरेण विषुवांशक्रान्ती आनेये। ते च सूर्योदये सूर्यास्ते च मर्दपूर्णग्रासादिस्थितिदर्शनार्हस्थाने सम्पत्स्येते।

सूर्यास्ते दृश्यग्रहणस्थलार्थं (सूर्य + ९०°) = वित्रिभं विश्लेषो वा।

सूर्योदये...................... (सूर्य — ९०°) = वित्रिभं विश्लेषो वा। शरस्तूभयत्र तुल्य एव। ततो विपरिणामाधिकारोक्तरीत्या तादृशखभोगशराभ्यां विषुवांशक्रान्ती आनेये।

तत्र क्रान्तिः=अक्षांशाः। रविविषुवांशाः ± खभोगविषुवांशाः = स्थानीयविषुवांशाः। तच्च साध्यग्रहणकाले रविक्रान्तिविषुवांशयोर्यंत्र खमध्ये ज्ञानं कृतं तस्याक्षांशदेशान्तराभ्यां ख$_१$, ख$_२$ स्थानयोरक्षांशक्रान्ती सुगमे।

एवं सूर्योदये सूर्यास्ते च रविग्रहणमध्यदृश्यस्थलानां पूर्वापरसीम्नां स्थितिमाकलन्त्याभियुक्ताः। इदानीं रविग्रहणमध्यस्य दक्षिणोत्तरप्रदेशस्थितेषु केषु स्थलेषु रविग्रहणमध्यो दृश्यो भविष्यतीति विविच्यते—

इदं तावत् तिथिशराभ्यामुभाभ्यामानेतुं शक्यते। तत्र तिथितुल्यं क्रान्तिवृत्तीयं लम्बनं, शरतुल्यां नतिं चाङ्गीकृत्य रविवित्रिभान्तरांशा वित्रिभशराश्च ज्ञातव्याः।

तादृशविश्लेषांशसम्बन्धिखशरेण विश्लेषांशेन चानीते विषुवांशक्रान्ती पूर्ववद् रवि-ग्रहणस्य दक्षिणोत्तरसीम्नां ज्ञापिके भविष्यतः। तत्र शरदिशि च ये विशेषास्ते पश्चान्निर्देक्ष्यन्ते। इदानीं क्षेत्रयुक्त्या स्पष्टीक्रियते चैतत्—

प्रकृतक्षेत्रे—४०

सूस्था = तिथि = क्रान्तिवृत्तीयलम्बनम्।
चंस्था = शरः = नतिः कदम्बप्रोतीया।

तिथितुल्यक्रान्तिवृत्तीयलम्बने 'चंस्था' शरतुल्यनत्यां च 'सूचं' तुल्यं दृग्लम्बनं यस्मात् स्थानाद् दृश्यं भवेत्ततो मर्दादिदृश्यता सम्पद्येत। तत्र प्रथमं पूर्वापरप्रदके ग्रहणदृश्यस्थलानामानयनं क्षितिजस्थे रवौ विहितम्। अधुना तु याम्योत्तरप्रदेशेषु मर्दस्थितिः कस्मिन्नक्षांशे देशान्तरावच्छिन्नप्रदेशे दृश्येत्यस्या आनयनं विधीयते।

चन्द्रपरमलम्बनम् –९″ विकला एतादृशे चन्द्रपरमलम्बने कल्पिते क्रियाया दृश्ययोग्यतायां न कापि हानिः।

$$\frac{\text{त्रि} \times \text{चंस्थाज्या}}{\text{पलंज्या}} = \text{ज्या इष्टखस्था।}$$

$$\frac{\text{त्रि} \times \text{शरज्या}}{\text{पलंज्या}} \text{ ज्या} = \text{इष्टखशरः।}$$

△ कविसू △ क ख ल अनयोः साजात्येनानुपातः।

$$\frac{\text{ज्या वि सू} \times \text{ज्या क ख}}{\text{ज्या क वि}} = \text{ज्या खल} = \frac{\text{ज्या (र − वि)} \times \text{खशरकोज्या}}{\text{त्रि}} \text{।}$$

$$= \frac{\text{ज्या ख ल} \times \text{ज्या सू चं}}{\text{ज्या सू ख}} = \text{ज्या च प} = \text{ज्या सूस्था स्वल्पान्तरात्}$$

$$= \frac{\text{ज्या (र − वि) खशरकोज्या} \times \text{दृग्लंज्या}}{\text{दृग्ज्या} \times \text{त्रि}} \text{।} \quad \text{अत्र दृग्लम्बनज्या} =$$

$$= \frac{\text{पलंज्या} \times \text{दृग्ज्या}}{\text{त्रि}} \text{।}$$

उत्थापनेन—

$$= \frac{\text{ज्या (र − वि) खशरकोज्या} \times \text{पलंज्या} \times \text{दृग्ज्या}}{\text{दृग्ज्या} \times \text{त्रि} \times \text{त्रि}}$$

तुल्यगुणहरनाशाच्च

$$= \frac{\text{ज्या (र − वि)} \times \text{खशरकोज्या} \times \text{पलंज्या}}{\text{त्रि} \times \text{त्रि}} = \text{लम्बनज्या}$$

ततः —

$$\therefore \text{ज्या (र − वि)} = \frac{\text{लम्बज्या} \times \text{त्रि}^2}{\text{खशरकोज्या} \times \text{पलंज्या}}$$

$$= \frac{\text{तिथि} \times \text{त्रि}^2}{\text{खशरकोज्या} \times \text{पलंज्या}} \text{।}$$

अत्र त्रि = १

अतः —

$$\text{विश्लेषज्या} = \frac{\text{तिथि}}{\text{खशरकोज्या} \times \text{पलंज्या}} \text{।}$$

अथवा—

स्वल्पान्तरात्

$$\text{तिथि}^2 + \text{शर}^2 = \text{दृग्लम्बनम्} \text{।}$$

तत्र—

$$\text{दृग्ज्या} = \frac{\text{त्रि} \times \text{दृग्लंज्या}}{\text{पलंज्या}} \quad \text{ततः}$$

$$\text{ततः} - \frac{\text{शरज्या} \times \text{दृग्ज्या}}{\text{दृग्लंज्या}} = \text{खशरज्या} = \frac{\text{शरज्या} \times \text{त्रि} \times \text{दृग्लंज्या}}{\text{पलंज्या} \times \text{दृग्लंज्या}}$$

$$= \frac{\text{शरज्या} \times \text{त्रि}}{\text{पलंज्या}} = \text{खशरज्या} \text{।}$$

अनया रीत्या न केवलं रविग्रहणमध्यस्यैव दृश्यतासम्पादनार्हाणि स्थलानि ज्ञातुं शक्यन्ते ; अपि तु मर्दकङ्कणादिस्थितीनामपि गणितमनेनैव विधिना भूमण्डलमात्रे दृश्यताहेतोर्विधीयते ।

खग्रासकङ्कणग्रहणस्य कृते दक्षिणोत्तरमर्यादायां यद्वैशिष्ट्यं तदधुना प्रकाश्यते । इदमवधेयं यत् खग्रासे कङ्कणग्रहणे च सर्वत्र रविचन्द्रयोर्बिम्बान्तरेणैव क्रिया भवति । तत्र बिम्बान्तरेण युक्तं शरमधिकृत्य यानि फलानि सम्मर्दादिदृश्यतासम्पादनार्हाणि स्थलानि शरदिक्कानि, बिम्बान्तरोनशरमधिकृत्य च यानि मर्यादास्थलानि, तेषां मर्दादीनां कृते साधितानि तानि स्थलानि शरभिन्नदिक्कानि भवन्ति ।

तदानयनन्तु पूर्वयुक्त्यैव ।

इदन्तु भूपृष्ठे चन्द्रच्छायाया निपतिताया दक्षिणोत्तरमर्यादास्थानं भवतीत्यवधेयम् । तेन बिम्बान्तरे शरसंस्कारं विधाय तादृशाभ्यां शराभ्यां पूर्वोक्तदक्षिणोत्तर-मर्यादास्थलानि साधितानि ।

४४ चित्रं १२२ पृष्ठे द्रष्टव्यम्

क ख = बिम्बान्तरम् । चं र = शरः ।

अतः—चं र दिशि

(र चं + क ख) अथवा

(बिम्बान्तर + शर) तुल्यलम्बने साधिता नतांशाः शरान्यदिशि मर्द-स्थितिनिदर्शका भवेयुरिति ।

$$\frac{\text{त्रि} \times \text{प० शरज्या}}{\text{पलंज्या}} = \text{नतज्या} = \text{खशरज्या} ।$$

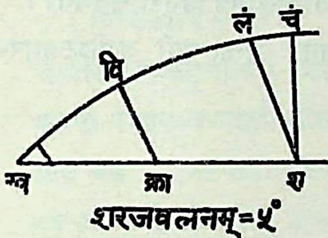
मर्दकालिकखशरखभोगाभ्यां साधिताः क्रान्त्यंशा विषुवांशश्चाक्षांशक्रान्ति-संसाधका भवेयुः ।

मध्याह्ने परमग्रासः कस्मिन् स्थानेऽवलोकयितुं शक्यत इत्यत्र विविच्यते—

खस्वस्तिकं गते रवावक्षवलनस्याभावादयनवलनमेव पूर्वापरक्रान्तिवृत्तोद्भूवं स्फुटं वलनम् । किन्तु, चन्द्रो विमण्डले भ्रमति, तेनात्र शरजवलनमानीय तत्संस्कारेण विमण्डलपूर्वापरमण्डलयोरन्तररूपं स्पष्टवलनं क्षितिजे दृश्यं भवति, तत्र चन्द्रपातस्य तदानीं खमध्यासन्नत्वात् । शरजवलनं परमचन्द्रशरतुल्यं ५° पञ्चांशमितं स्वीकृतम् । खमध्यसन्निकटे विमण्डलोपरि लम्बभूतं शरमङ्गीकृत्य पुनस्तच्छरस्थानाद् याम्योत्तर-

विमण्डलसम्पातं यावदन्तरं विमण्डले ग्राह्यम् । तदुत्थकालमानीय ग्रहणमध्यकाले शोध्यं योज्यं वा, तदा खमध्ये ग्रहणमध्यकालः समायाति ।

मध्याह्ने परमग्रासस्थाननिर्णयः



चित्रम्—४१

अयनवलनम्+शरवलनम्=फलम्
अयनवलनं प्राग्वत्, केतौ 'ख' खमध्ये स्थितस्य रवेर्ग्रहणमभवत् ।
शरजवलनम्=५°
श ल, विमण्डले लम्बः ।
∠ चं श ल=∠श ख ल
=चन्द्रपरमशरः ।
'ख'बिन्दौ सूर्यः कदाचिद् राहुरपि ।

राहुस्थानमन्यत्र न प्रदर्शितम् ।
ल चं=पर्वान्तमध्यग्रहणयोरन्तरम् ।
ल श=श चं स्वल्पान्तरात् ।
स्पलचं=स्प ∠ ल श चं × ज्यालश
स्प (स्पवलनं) × ज्याशर=स्पष्टान्तरांशाः
स्वल्पान्तरात् स्पष्टान्तरांशः=अन्तरांशः

$$\frac{६० \text{ घ}० \times \text{शर} \times \text{स्प (स्पवलन)}}{\text{गत्यन्तरकला}} = \text{घट्यात्मकमन्तरम्} ।$$

सूर्योदये सूर्यास्ते च ग्रहणमध्यस्थानानयनम्

ग्रहणारम्भानन्तरं ग्रहणमोक्षात् प्राग् यस्मिन् कस्मिन्नपि काले रविचन्द्रयोः क्रान्तिवृत्तीयमन्तरं ज्ञात्वा तात्कालिकचन्द्रशरमानैक्यार्धयोश्चाप्यन्तरमानेयम् । फलद्वयस्य वर्गयोगान्मूलं कर्णाभिधम् । तस्मिन् कर्णे परमलम्बनादूने सति पृथिव्यां क्वापि स्थाने सूर्योदये सूर्यास्ते च ग्रहणमध्योऽवश्यमेव दर्शनार्हो भविष्यति । कर्णे परमलम्बनादधिके सति पृथिव्यां क्षितिजस्थे सवितरि क्वापि ग्रहणमध्यो दृश्यो न भविष्यति । अत्र हि क्रान्तिवृत्ते चन्द्रसूर्ययोरन्तरं तिथिः । मानैक्यार्धशरयोरन्तरं ग्रासः । ग्रहणमध्ये हि सर्वदेव परमग्रासः, तिथेरुपरि लम्बो भवत्येव, तेन ग्रास-

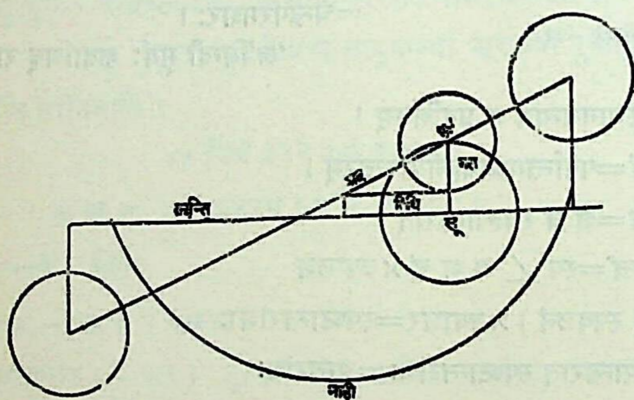
तिथि-कर्णैस्त्रिभिर्भुजैर्जायमानं समकोणं त्रिभुजग्रहणारम्भाद् ग्रहणान्तं यावत् कुत्रापि स्थले पृथिव्यां ग्रहणमध्यकाले तादृशीं स्थितिं भजिष्यत्येव।

क्षितिजस्थे सवितरि ग्रहणमध्यो दृश्यस्थलानां मर्यादा कियतीत्येतदर्थं भिन्न-भिन्नस्थलानां गणितार्थं विधिरुक्ताभियुक्तैः। तत्र पूर्ववत् परमखशरः साध्यते।

अत्र हि शरस्य निर्धारणमनपेक्ष्य परमलम्बनतिथिभ्यामेव खशरः साधितः।

अत्र हि सरलत्रिभुजवत् तिथिश्चन्द्रपरमलम्बनेन भक्ता सती अभीष्टखशर-कोटिज्या स्यात्।

$$\frac{\text{तिथि}}{\text{चं परमलम्बनं}} = \text{खशरकोज्या अथवा } \angle \text{ सू}$$



चित्रम्—४२

इष्टतिथिपरमलम्बनाभ्यामुत्पन्ना कोणज्या। अयमेव खशरः। अत्र त्रिभं विश्लेषः। विश्लेषोऽपि चन्द्रशरवद् धनमृणं वा भवति। ततः खभोगः साध्यः। आभ्यां खभोगशराभ्यां विषुवांशक्रान्ती चोभे साध्ये।

आभ्यां पूर्ववत् क्षितिजे दृश्यग्रहणमध्यस्थलस्य निर्णयः कार्यः। अत्र हि परमलम्बनतुल्यः कर्णः क्षितिजस्थसम्पादनार्थं गृहीतः। यदि चात्र शरो बिम्बै-क्यार्धादल्पः स्यात् तत्र विश्लेषो वर्तते। स तु धनं कल्प्यः। शरयुक्तबिम्बैक्यार्ध-वर्गेण संयुतस्य तिथिवर्गस्य योगाद् यन्मूलं तच्छ्रवणाख्यम्। इदं यदा परमलम्बनादल्पं भवति तदा सूर्योदये सूर्यास्ते च ग्रहणमध्यो दृश्यो न

भवति। यदि परमलम्बनात् पूर्वोक्तः कर्णोऽधिको भवति, तदा ग्रहणमध्यं दृश्यं भवति सूर्योदये सूर्यास्ते च।

तद्यथा—

$\sqrt{(\text{बिम्बैक्यार्ध} - \text{शर})^2 + \text{तिथि}^2}$ = परमलम्बनं=श्रवः

$\sqrt{(\text{बिम्बैक्यार्ध} + \text{शर})^2 + \text{तिथि}^2}$ =परमलम्बनं=श्रावः

श्रावक्षितिजे ग्रहणमध्यो दृश्यो न स्यात्।

श्रवसि परमलम्बनादल्पे सति क्षितिजे ग्रहणमध्यो दृश्यः स्यादेव।

यदि श्रवः 7 पलं तदा खशरः ऋणं धनं च स्यात्।

तत्र स्थानं द्विधा स्यात्, प्राक् पश्चाच्च विश्लेषस्य धनर्णत्वात्।

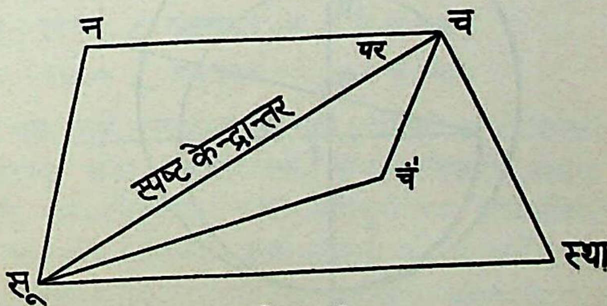
दक्षिणोत्तरमर्यादासम्भवासम्भवनिर्णयः

पूर्वोक्ते कर्णे श्रवणे च परमलम्बनादल्पे सति चन्द्रशरोनं बिम्बैक्यार्धं यदि परमलम्बनादल्पं भवति, तदा दक्षिणमर्यादासद्भावः। यदि च चन्द्रशराढ्यं बिम्बैक्यार्धं परमलम्बनादल्पम्, तर्ह्युत्तरमर्यादासम्भवो भवति। एतयोरुभयोर्मध्ये यस्य मानं परमलम्बनाधिकं भवति, तदुद्भवा मर्यादा न सम्भवति।

सूर्योदये सूर्यास्ते च ग्रहणस्पर्शमोक्षस्थाननिरूपणम्

तत्र प्रथममुपकरणं रविचन्द्रयोस्तात्कालिकं स्पष्टकेन्द्रान्तरम्। इदं हि तिथिशरस्पष्टकेन्द्रान्तरं रूपावयवत्रयात्मके चापजात्ये चापीयत्रिकोणमित्या—

तिथिकोज्या × शरकोज्या =स्पष्टकेन्द्रान्तरकोज्या।



चित्रम्—४१

अथवा—

$$\sqrt{\text{शर}^2+\text{तिथि}^2}=\text{स्पष्टकेन्द्रान्तरम्}$$

$$\text{चंस्था}^2+\text{सूस्था}^2=\text{शर}^2+\text{तिथि}^2=\text{सूचं}^2=\text{स्पष्टकेन्द्रान्तरम्}$$ ।

अस्मिन् त्रिभुजे स्पष्टकेन्द्रान्तरशराभ्यामुत्पन्नकोणः ∠ सूचंस्था = आद्य-संज्ञकः । तत्साधनन्तु चापीयत्रिकोणमित्या सरलत्रिकोणमित्या वा कर्तुं शक्यते ।

$$\frac{\text{तिथि}}{\text{शर}}=\frac{\text{सूस्था}}{\text{चंस्था}}=\text{स्प}\angle\text{सूचंस्था}$$ ।

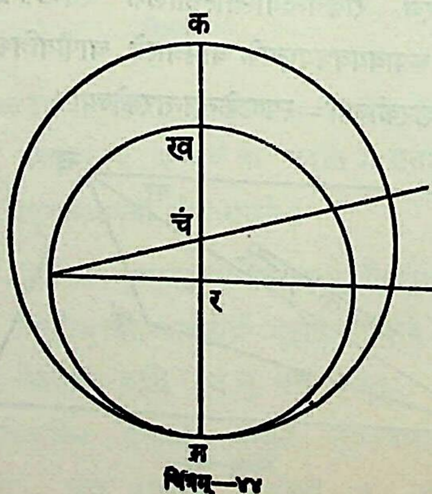
अथवा चापजात्येन—

"कोणसम्मुखदोश्च्छाया त्रिज्याघ्नो कोणभाहृता" इत्यादिना

$$\frac{\text{स्पसूस्था}}{\text{ज्या चंस्था}}=\frac{\text{स्पतिथि}}{\text{शरज्या}}=\text{आद्यस्प}$$ ।

दर्शतः प्रागेव, दर्शतः परमन्यथा । अर्थात् शरान्यदिक्कोणः 'आद्यसंज्ञकः' ।

अधुना परमलम्बनमानैक्यार्धं स्पष्टकेन्द्रान्तरैरवयवैस्त्रिभिः समुत्पन्ने चापजात्ये सुखार्थं सरलजात्ये वा परमलम्बनकेन्द्रान्तराभ्यामुत्पन्नकोणः 'परः' कथ्यते । अनयोराद्यपरयोर्योगान्तरस्य कोटिकोणः सूर्योदये सूर्यास्ते च ग्रहणस्य स्पर्शमोक्षकाले दक्षिणोत्तरयोः खशरौ वेद्यौ । तत्र 'परः' साध्यते चापीयसिद्धान्तेन—



चित्रम्—४४

"भुजकोटिजीवा त्रिगुणा हृतोना" इत्यादिना

पूर्वोक्तकेन्द्रान्तरपरमलम्बनमानैक्यार्धरूपैर्भुजैस्त्रिभिरुत्पन्नत्रिभुजे मानैक्यार्ध-सम्मुखः परसंज्ञककोणः साध्यते उपरोक्तचित्रे ।

क्षेत्रपरिचयो यथा—

मानैक्यार्धम् = सू न ।

परमलम्बनम् = न चं ।

स्पष्टकेन्द्रान्तरम् = सू चं ।

मानैक्यार्धम् = सू नं ।

$$\text{कोज्या } \angle \text{ सू चं न} = \frac{\text{कोज्यासून} - \text{कोज्यासूचं} \times \text{कोज्यानचं}}{\text{ज्या सूचं} \times \text{ज्यानचं}}$$

$$\text{परकोज्या} = \frac{\text{कोज्या } \tfrac{1}{2} \text{ मानै०} - \text{कोज्याकेन्द्रान्तर} \times \text{कोज्यापरमलम्बन}}{\text{ज्या केन्द्रान्तर} \times \text{ज्यापरमलम्बन}} \text{ ।}$$

अथवा—

सरलजात्यानुरोधेन—

∠ सू चं न = ∠ सू चं नं = परसंज्ञकः ।

△ सू चं न त्रिभुजं सरलं मत्वा—

'भुजवर्गयुतिभूमिवर्गोना" इत्यादिना—

$$\text{कोज्या } \angle \text{ सू चं न} = \frac{\text{सू चं}^2 + \text{नचं}^2 - \text{सून}^2}{\angle \text{ र सू चं} \times \text{न चं}} =$$

$$= \frac{\text{के अं}^2 + \text{प लं}^2 - \text{मा० यो द०}^2}{\text{२ के अं} \times \text{प लं}}$$

आद्य + पर = ∠ बृहत्खशर = ∠ न चं स्था ।

आद्य − पर = ∠ लघुखशर = ∠ नं चं स्था ।

यदि श्रवः (कर्णः) परमलम्बनम्, तदा पूर्वानीतौ खशरौ भिन्नदिक्कौ स्याताम्, तह्र्याद्यकोणदिक्कः खशरः स्पर्शस्थानगः, अन्यकोणदिक्कश्च खशरो मोक्षस्थानगो भवति । यदि खमध्यविषुवांशाः स्पष्टरविविषुवांशेभ्यः पश्चिमदिक्स्था नवत्यंशो-नास्तर्ह्येषा चमत्कृतिः पूर्वकपाले दृश्या भवेत् । यदि खमध्यविषुवांशा रविविषुवां-शेभ्यः प्राक्संस्थाननवत्यंशोनास्तर्हि सा चमत्कृतिः पश्चिमकपाले दृश्येति निर्गलि-तोऽर्थः । अत्रापीदमवधेयं यत् खशरस्त्रिभान्तर एवोभयदिशि गृह्यते ।

क्षितिजादूर्ध्वस्थे च रवौ यदि स्पर्शमोक्षस्थानं ज्ञातव्यं भवति, तत्र परम-लम्बनादल्पं लम्बनमादाय प्रागुक्तरीत्या खशरसाधनं कर्तव्यम्। तत्राऽनुपातेन खशरः साध्यते। यदि परमलम्बनेन क्षितिजस्थे रवौ स्पर्शमोक्षकालिकौ खशरौ लभ्येते, तदानेन लम्बनेन काविति ? लब्धज्ययोश्चापावत्रेष्टखशरौ ज्ञेयौ।

अत्र परमाल्पं लम्बनं बिम्बैक्यखण्डोनकेन्द्रान्तरतुल्यं ग्राह्यम्। यदि बिम्बै-क्यखण्डोनकेन्द्रान्तरादल्पोयो लम्बनं गृह्येत, तदा ग्रहणं न सम्भवति।

अभीष्टग्रासस्य दृश्यतार्हाणि भूमण्डलीयस्थलानि

अत्र भूमण्डलीयरविग्रहणगणिते भूमण्डले ग्रहणारम्भाद् ग्रहणमोक्षं यावद-भीष्टकाले आनीतोऽभीष्टग्रासः कस्मात् कस्माद् भूपृष्ठीयस्थानाद् दृश्यं भवितु-मर्हतीत्यस्य विचारोऽत्र प्रस्तूयते—

इदं तावच्छेद्यकं विवरणेन प्राचीनोपलब्धसाधनैरेव विवृण्यते। तत्र छेद्यके रविकेन्द्राद् ग्रासहीनमानैक्यखण्डतुल्यव्यासार्धेन वृत्तं कुर्यात्। चन्द्रकेन्द्राद् वृत्तपरिधौ कृतं वृत्तं ग्रासोनमानैक्यार्धवृत्ते यत्र लग्नं भवेत्ततश्चन्द्रकेन्द्रं यावल्लम्बनं कल्पयित्वा तादृशलम्बने यो खलु खशरः खभोगश्च समुत्पद्येते, ताभ्यां साधिते अक्षांशक्रान्ती पृथिव्यां तावन्मितग्रासदृश्यतार्हाणि स्थलानि पूर्वोक्तयुक्त्या सम्पादयितुं शक्येते।

इदं छेद्यकेन स्पष्टीक्रियते—

क्षेत्रपरिचयो यथा—

∠ र चं सू = ∠ सू चं र'।

ह र = ह र'। चं र=चं र'।

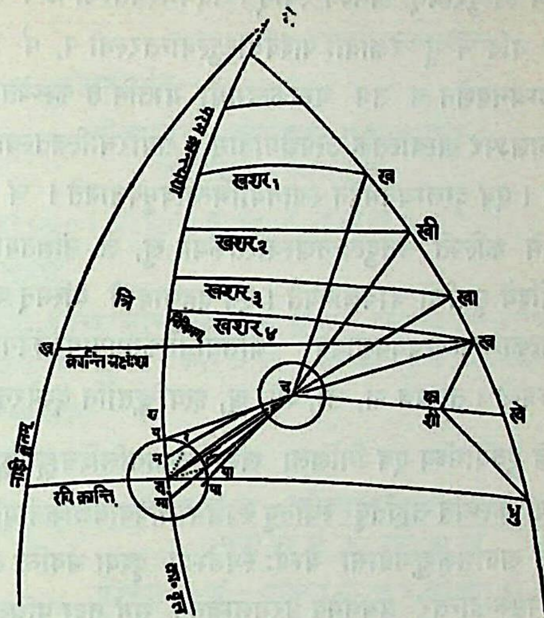
ह य = ह य'। चं य=चं य'।

मेत्रिशसू = क्रान्तिवृत्तम्।

सू = सूर्यकेन्द्रम्। चं=चन्द्रकेन्द्रम्।

ध्रु = ध्रुवस्थानम्। त्रि=त्रिभोनलग्नं वित्रिभलग्नं वा। मे = मेषादिः। मेसू – स्पष्टरविः।

मे श = स्पष्टचन्द्रः। श सू=रविचन्द्रान्तरं=तिथिसंज्ञम्। मेत्रि=खमध्य-भोगांशाः। शत्रि=चन्द्रखमध्यभोगान्तरं विश्लेषांशा वा। 'चं, सू' इमौ भूकेन्द्रदृश्य-रविचन्द्रयोः स्थाननिर्देशकौ।



चित्रम्—४५

सूर्यकेन्द्रं परित इष्टग्रासोनरविचन्द्रमानैक्यार्धेन निर्मितं वृत्तं य र र' य' अक्षरैर्व्यक्तीकृतम्। अत्र हि लम्बनवशाद् रविचन्द्रावुभावपि नतौ भवतः, तत्र रविलम्बनं ९" नवविकलामितं स्थिरं कल्पितम्, चन्द्रपरमलम्बनन्तु तात्कालिकगतिवशादानेयम्। ततो नवविकलोनतात्कालिकचन्द्रपरमलम्बनमेवात्र ग्राह्यम्। सूर्योदयादनन्तरं सूर्यास्तात् प्राक् च दिनार्धं यावल्लम्बनस्य ह्रासो भवति। सूर्योदये सूर्यास्ते च लम्बनस्य परमत्वम्। तेन सूर्योदयादनन्तरं परमलम्बनादूनेन लम्बनेन लम्बितश्चन्द्रस्तल्लम्बनजन्यनतांशवति स्थाने दृश्यो भवति। छेद्यके तात्कालिकलम्बनदर्शिका 'चर' रेखा, तत्तुल्यलम्बनेन लम्बितश्चन्द्रः खमध्यतः छेद्यकनिर्दिष्टग्रासदर्शकस्थानं निर्दिशति। तेन चरलम्बनानुगुणाः ख चं नतांशा उपलब्धाः। अर्थाद् भूतले यत्र ख-बिन्दुः खमध्ये तिष्ठति, तत्र चन्द्रबिम्बं रस्थाने लम्बितं दृश्यं भवति, स एवाभीष्टग्रासश्च।

किन्तु तदानीं बिम्बैक्यार्धतुल्यं दृश्यकेन्द्रान्तरं न भवति। 'चं सू' स्पष्टकेन्द्रान्तरस्य पार्श्वान्तरे हर अन्तरेण समेऽन्तरे चं र' रेखां विलिख्य तामाकाशे खीबिन्दुपर्यन्तं

वर्धयेत्। अयं बिन्दुरन्यत् खमध्यं स्यात्। तदधःस्थितस्थानेऽपि तदेव ग्रासमानं युगंपद् दृश्यते। यदि चं सू रेखायाः पार्श्वयोस्तुल्यान्तरस्थौ प, पं इति कावपि बिन्दू अङ्कितौ, लम्बनवशेन च तत्र चन्द्रकेन्द्रमधो यातमिति कल्प्येत, तर्हि प चं, पं चं वृत्ताभ्यामाकाशेऽपरे खस्वस्तिके उत्पद्येयाताम्। तयोरधःस्थितस्थानयोरपि तुल्यग्रासमानं वीक्ष्यते। एवं दृग्लम्बनभेदेन स्थानयोर्भिन्नत्वमुपजायते। चं य, चं यं वृत्तखण्डे परमलम्बनसमे कल्पिते चैतदुत्पन्नखस्वस्तिकयोः खु, खे संज्ञितयोरधःस्थानयोस्तुल्यं ग्रासमानं सूर्योदये सूर्यास्ते चावलोक्यते। एवं ग्रहणावधौ यस्मिन् कस्मिंश्चिदिष्टकाले भिन्नभिन्नतात्कालिकलम्बनवशादेव ग्रासमानमेकसमयावच्छेदेनावलोकयितुमर्हाणि स्थानान्युपलभ्यन्ते। तान्यत्र ख, खा, खी, खु, इत्यङ्कितानि दृश्येरन्।

खु, खे एतयोर्मध्य एव निखिला खस्वस्तिकावलिश्चिह्नाङ्किता दृश्येत। यदि ग्रासमानं शून्यं कल्प्येत तर्ह्येतेषु स्थानेषु स्पर्शमोक्षावेवावलोकनीयौ भवतः। बिम्बैक्यार्धतुल्यग्रासे खग्रासकङ्कणग्रासा येभ्यः स्थलेभ्यो दृश्या भवन्ति तानि स्थलान्युत्पद्यन्ते। यदा स्पष्टकेन्द्रान्तरं प्रथममेव परमलम्बनेन समं तदा पृथिव्यां ग्रहणारम्भः। तस्य स्थानं गणितेन निश्चेतव्यम्। यदा चान्ते दर्शान्तकालादनन्तरं स्पष्टकेन्द्रान्तरं पुनः परमलम्बनेन समं भवति, तदा भूमण्डलेऽन्तिमं मोक्षस्थानं निश्चीयते।

स्थानानामक्षांशरेखांशसाधनार्थं ध्रु ख, ध्रु क, ध्रु सू, ध्रु चं एतानि ध्रुवान्तराणि लिखितानि। तेषु ध्रु उ काशीयाम्योत्तरं कल्पितम्। तेन ख ध्रु क इति काशीतः खस्वस्तिकस्थानस्य पूर्वरेखान्तरं लभ्यते। ध्रु चं, ध्रु सू इति चन्द्रार्कक्रान्तिकोटी ज्ञाते एव। तस्मात् चं र सू गोलीयत्र्यस्रे गणितेन $\angle$ सू चं ध्रु इत्यस्य मानमानीयते।

ध्रु का = काशीयाम्योत्तरं वृत्तम्।

ध्रु सू = सूर्यद्युज्याचापांशाः।

ध्रु चं = चन्द्रद्युज्याचापांशाः।

चं र = रविचन्द्रस्पष्टकेन्द्रान्तरम्।

तत्र ध्रु चं सू चापीयत्र्यस्रे—

"भूकोटिजीवास्त्रिगुणा हतोनाः" इत्यादिना—

$$\text{कोज्या } \angle \text{ सू चं ध्रु} = \frac{\text{कोज्या ध्रु सू} - \text{कोज्या ध्रु चं} \times \text{कोज्या चं सू}}{\text{ज्या ध्रु चं} \times \text{ज्या चं सू}}\ ।$$

$$= \frac{\text{रविक्रांज्या} - \text{चंक्रांज्या} \times \text{कोज्यास्पष्टकेन्द्रान्तरम्}}{\text{चन्द्रद्युज्या} \times \text{स्पष्टकेन्द्रान्तरज्या}}$$

चं र सू त्रिभुजे च पूर्वोक्तरीत्यैव—

$$\text{कोज्या} \angle \text{सू चं र} = \frac{\text{कोज्यासूर} - \text{कोज्याचंर} \times \text{कोज्यासूचं}}{\text{ज्या च र} \times \text{ज्या सू चं}}$$

$\angle$ ध्रु चं ख=१८०-($\angle$ध्रु चं सू + $\angle$ र चं सू)

Δ ध्रु चं ख त्रिभुजे -

"कोणकोटिज्यका ज्ञातबाह्वोर्ज्याभ्यां हता हृता" इत्यादिना—कोज्या ध्रु ख= कोज्या $\angle$ ध्रु चं ख $\times$ ज्या ध्रु चं $\times$ ज्या चं ख+कोज्या ध्रु चं $\times$ कोज्या चं ख।

कोज्या ध्रु ख=अक्षांश

कोज्या $\angle$ ख ध्रु चं=खनतकालकोज्या

$$\text{कोज्या} \angle \text{ख ध्रु चं} = \frac{\text{कोज्या चं ख} - \text{कोज्या} \times \text{ध्रुचं} \times \text{कोज्या ध्रु ख}}{\text{ज्या ध्रु चं} \times \text{ज्या ध्रु ख}}$$

$$\text{कोज्या} \angle \text{सू ध्रु चं} = \frac{\text{कोज्या सू चं} - \text{कोज्या ध्रु चं} \times \text{कोज्या ध्रु सू}}{\text{ज्या ध्रु चं} \times \text{ज्या ध्रु सू}}$$

$\therefore$ ख ध्रु सू = $\angle$ ख ध्रु चं + $\angle$ सू ध्रु चं = खनतकाले काशीनतकालतो हीनं युतं वा काशीतो देशान्तरम्।

श चं सू त्रिभुजे शरतिथिस्पष्टकेन्द्रान्तरैश्च $\angle$श चं सू=आद्यकोणः पूर्वोक्तरीत्या ज्ञात एव।

ततः—चं र सू त्रिभुजे सू र, र चं, चं सू भुजत्रयज्ञानात्—

"भूकोटिजीवास्त्रिगुणा हृतोनाः" इत्यादिना।

$$\text{कोज्या} \angle \text{र चं सू} = \frac{\text{कोज्या सू र} - \text{कोज्या चं सू} \times \text{कोज्या चं र}}{\text{ज्या चं सू} \times \text{ज्या चं र}}$$

एतावानेव $\angle$ र चं सू ज्ञायते। एतौ परसंज्ञकौ।

तत आद्यपरकोणयोर्योगवियोगाभ्यां $\angle$ श चं भा, $\angle$ श चं भ कोणौ स्तः। अतिलघुभुजत्वात् त्रिभुजावेतौ सरलावेवाङ्गीकृतौ।

$\angle$ शमा चं, तथा $\angle$ श म चं उभौ खशरौ सम्मुखकोणौ ज्ञातौ। सूक्ष्मतायै चापीयजात्यगणितेन चं श म चापजात्ये चापजात्यषष्ठसाध्येन—

$$\frac{\text{कोज्या श चं}}{\text{कोज्या} \angle \text{चं म श}} = \frac{\text{त्रि}}{\text{ज्या} \angle \text{श चं म}} \text{।}$$

कोज्या$\angle$चं म श = कोज्या चं श $\times$ ज्या$\angle$श चं म ।

एवमेव

कोज्या $\angle$चं माश = कोज्या चं श $\times$ ज्या $\angle$ श चं मा ।

ततः $\triangle$म चं श, $\triangle$त्रिमख अनयोश्चापजात्ययोः साजात्येन ।

$$\frac{\text{ज्या चंश} \times \text{ज्या म ख}}{\text{ज्या मं चं}} = \text{ज्याखत्रि} = \text{खशरज्या ।}$$

ख म = सूर्यनतांशाः

$$\text{ख म नतांशाः} = \frac{\text{तात्कालिकलम्बनम्}}{\text{परमलम्बनम्}}$$

$$\text{ज्याखत्रि} = \frac{\text{ज्या चं श} \times \text{तात्का० लम्बनज्या}}{\text{परमलंज्या} \times \text{ज्या म चं}}$$

$$\text{ज्या म चं} = \frac{\text{श चं} \times \text{ज्या} \angle \text{चं श य}}{\text{ज्या} \angle \text{चं य श}} = \frac{\text{श चं} \times \text{त्रि}}{\text{ज्या} \angle \text{चं य श}} \text{ ।}$$

$$\therefore \text{ज्याखत्रि} = \frac{\text{ज्या चं श} \times \text{ता० लंज्या} \times \text{ज्या} \angle \text{चं य श}}{\text{ज्या श चं} \times \text{त्रि} \times \text{पलंज्या}}$$

$$\therefore \text{खत्रिज्या} = \frac{\text{ता० लंज्या} \times \text{ज्या} \angle \text{ चं य श}}{\text{पलंज्या}} \text{ ।}$$

एवमेव त्रि य म वित्रिभान्तरम् ।

"कोणसम्मुखदोश्च्छाया त्रिज्याघ्नो कोणभाहृता" इत्यादिना—

$$\text{ज्यात्रिभ} = \frac{\text{स्पखत्रि}}{\text{स्प} \angle \text{ख म त्रि}} \text{ ।}$$

किन्तु विश्लेषस्त्रिभप्रमाणः । तस्मिन् ज्ञाते विश्लेषसूर्ययोजनया 'भेत्रि' त्रिभोनलग्नं खभोगो वा ज्ञायते । खशरस्तु प्रागुपलब्धः । एताभ्यां खभोगशराभ्यां खमध्यस्य विषुवांशाः क्रान्तिश्च पूर्वोक्तरीत्यानीयन्ते । एते विषुवांशास्तात्कालिकाः काश्यवन्त्योः खमध्यविषुवांशै रहिताः काशीत उज्जयिनीतः पूर्वरेखांशा ज्ञायन्ते । एते चक्रार्धादधिकाः सन्तश्चक्रशुद्धाः कार्याः । शेषांशा उज्जयिन्याः काश्याः पश्चिमतो ज्ञेयाः, अक्षांशास्तु क्रान्तितुल्याः । एवमखिलमुपपन्नम् ।

एवं प्राचीनोपलब्धोपकरणैर्भूमण्डलीयसूर्यग्रहणगणितं विहितम् ।

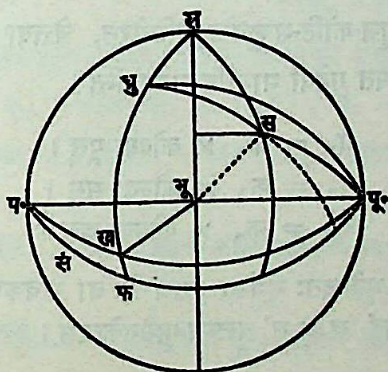
॥ इति नवमोऽध्यायः ॥

॥ अथ दशमोऽध्यायः ॥

वेसलरीत्या सूर्यग्रहणानयनम्

वेसलमहोदयेन भूमण्डलीयस्य नियतस्थानीयस्य च सूर्यग्रहणस्यानयनार्थं नियामकज्यामितिपद्धत्या ग्रहणगणितप्रक्रिया प्रतिपादिता। या च साम्प्रतं सर्वत्र प्रयुज्यते। तस्याः स्वरूपमत्र दिङ्मात्रं निर्दिश्यते।

रविचन्द्रकेन्द्रयोः प्रोतसूत्रं बिम्बान्तरमिति ज्ञेयम्। भूकेन्द्रतो बिम्बान्तरसूत्र-समानान्तरा रेखा यस्मिन् कस्मिन्नपि क्षणे विधीयेत सा 'ख' अक्ष इति निगदनीया। ततो भूकेन्द्रगतं धरातलमेकमेतादृशं निर्मीयेत यस्मिन् 'ख' अक्षोऽभिलम्बभूतः स्यात्। चेद् धरातलमाधारधरातलमिति निर्देश्यम्। 'ख' अक्षस्य धनात्मिका दिशा सा स्याद् यस्यां किल रविचन्द्रौ स्थितौ भवतः।



चित्रम्—४५

नं० (१) चित्रे भू ख रेखा, भूकेन्द्रतो रविचन्द्रयोर्बिम्बान्तरसूत्रस्य समानान्तरा रेखा विद्यते। अत एव भूख=ख अक्षोऽस्ति। स प भू पू आधारधरातलम्।

भू ख = अभिलम्बः । 'ध्रु' चिह्नमुत्तरध्रुवस्थानबोधकं चिह्नम् । सध्रुख धरातलं भू, ख बिन्दुद्वयगतयाम्योत्तरवृत्तस्य धरातलमस्ति । स भू आधारधरातलं याम्योत्तरधरातलस्य च योगरेखारूपा । प ख पू धरातलं भू ख ऊर्ध्वाधरसूत्रगतपूर्वापरवृत्तस्य धरातलमस्ति ।

यच्चाधारधरातलस्य प भू पू योगरेखोपरि च लम्बरूपम् । इदानीं भू पू = 'य' अक्षरेखा एवं भू स = र अक्षरेखा इति निर्देक्ष्यते ।

प सं फ पू = नाडीवृत्तम् ।

सं = गोलसन्धिचिह्नम् ।

ततो हि सं फ, इदं ख बिन्दोर्विषुवांशाः सञ्जाताः ।

खबिन्दोर्भुजकोटयाक्षांशानामानयनम्

ख बिन्दावस्य भुजकोटिमक्षांशं च यदीदं स्वीक्रियेत यत् सूर्यचन्द्रयोर्विषुवांश-क्रान्ती क्रमतः ($वि_1$ $क्रा_1$), ($वि_2$ $क्रा_2$) स्तः । तथा ख चिह्नस्य विषुवांशक्रान्ती (वि, क्रा) स्तः ।

इदानीं पृथिव्या नाडीवृत्तीयत्रिज्यामेकलं स्वीक्रियेत तदा ($य_1$, $र_1$, $ख_1$) इमे भूगोले सूर्यस्य भुज-कोटि-शङ्कवोऽङ्गीक्रियेरन्, चेत्तदा खगोले 'सू' चिह्नं सूर्यस्य स्थानं कल्पयित्वा क्रमत एतेषां मानानि सम्भवन्ति ।

$$य_1 = क_1 \times \text{कोज्या पूसू} ।$$
$$र_1 = क_1 \times \text{कोज्या ससू} ।$$
$$ख_1 = क_1 \times \text{कोज्या खसू} ।$$

अस्मिन् $क_1$ भूकेन्द्रतः सूर्यस्य दूरत्वं किं वा रविकर्णः ।

ततः 'पू' चिह्नं 'ख ध्रु स' वृत्तस्य पृष्ठीयकेन्द्रम् । अत एव तन्नाडीवृत्तेऽवश्यमेव स्थास्यति । तदा

पू ध्रु = ९०° । पू फ = ९०° ।

अतः पू बिन्दोर्विषुवांशः ९०° + वि भविष्यति ।

Δ सू ध्रु पू त्रिभुजे—

$\angle$ सू ध्रु पू = ९०° + वि − $वि_1$ ।

सू ध्रु = ९०° − $क्रा_1$ ।

तदा चापीयत्रिकोणगणितस्य कोज्यानयनरीत्या—

$य_1 = क_1 \times कोज्या \times क्रा_1 \times ज्या\ (वि_1 - वि)$ ···· ···· (१०)

△ ध्रु स सू त्रिभुजे—

ध्रु स = क्रा (ख क्रान्तिः)

$\angle$ पू ध्रु स = ९०°

$\therefore \angle$ सू ध्रु स = १८०° + वि − वि$_1$ ।

तदा चापीयत्रिकोणमित्या—

$र_1 = क_1\ (कोज्याक्रा_1 \times ज्याक्रा - कोज्याक्रा_1 \times कोज्याक्रा)\ कोज्या\ (वि - वि_1)$ ···· ···· (११)

△ ध्रु ख सू त्रिभुजे—

ध्रु ख = ९०° − क्रा ।

ध्रु सू = ९०° − क्रा$_1$ ।

$\angle$ सू ध्रु ख = वि$_1$ − वि ।

तदा—

$ख_1 = क_1 \{ ज्याक्रा_1 \times ज्याक्रा + कोज्याक्रा_1 \times कोज्याक्रा \times कोज्या\ (वि_1 - वि) \}$ ···· ···· (१२)

अनयैव रीत्या चन्द्रस्यापि भुजकोटिशङ्कूनामानयनं कर्तुं शक्यते ।

$य_2 = क_2\ (कोज्याक्रा_2 \times ज्या)\ (वि_2 - वि)$ ।

$र_2 = क_2\ (ज्याक्रा_2 \times कोज्याक्रा - कोज्याक्रा_2 \times ज्याक्रा \times कोज्या)\ (वि_2 - वि)$ ।

$ख_2 = क_2\ (ज्याक्रा_2 \times कोज्याक्रा + कोज्याक्रा_2 \times ज्याक्रा \times कोज्या)\ (वि_2 - वि)$ ।

किन्त्वत्र 'ख' अक्षः, रविचन्द्रयोर्बिम्बान्तरसूत्रस्य सामानान्तरं विद्यते ।

अत एव अनयोर्द्वयोर्भुजकोटी तुल्यौ भविष्यतः ।

$य_1 = य_2$ तथा $र_1 = र_2$ ।

($य_1$, $र_1$) अथवा ($य_2$, $र_2$) इमौ द्वौ भुजकोटिसंज्ञकौ, आधारधरातलस्योपरि चन्द्रच्छायाः सूचीकेन्द्रस्य भुजकोटिसंज्ञकौ स्तः ।

$\therefore क_1\ (कोज्याक्रा_1\ ज्या\ (वि_1 - वि) = क_2\ (कोज्याक्रा_1 \times ज्या)\ (वि_2 - वि)$ ···· ···· (१३)

$क_{१}$ (ज्याक्रा$_{१}$ ×कोज्याक्रा − कोज्या$_{१}$ × ज्याक्रा × कोज्या) (वि$_{१}$ − विं)=

$क_{२}$ (ज्याक्रा$_{२}$ × कोज्याक्रा − कोज्याक्रा$_{२}$ × ज्याक्रा × कोज्या (वि$_{२}$ − वि)....(१४)

एकस्मिन् क्षणे $क_{१}$, $क_{२}$ । वि$_{१}$, क्रा$_{१}$ । वि$_{२}$, क्रा$_{२}$ । एतेषां मानानि ज्ञातान्येव स्वीकृत्य (१३), (१४) अनयोः समीकरणयोः साहाय्येन वि, क्रा अनयोर्मानं ज्ञातुं शक्यते । तदेतानि सर्वाणि समीकरणानि यथा कथञ्चित् सरलीकर्त्तुं शक्यते । ग्रहणस्य काले वि$_{१}$, क्रा$_{१}$ एवं वि$_{२}$, क्रा$_{२}$ अनयोर्मध्ये क्रमतः स्वल्पमेवान्तरं भवति तथा वि, वि$_{१}$ अनयोः, क्रा, क्रा$_{१}$ अनयोर्मध्येऽपि प्रायः स्वल्पमेवान्तरं समापतति । अत एवैतेषामन्तराणां ज्याचापयोरभेदः, अन्तरकोटिज्यारूपेण समा कल्पयितुं शक्यन्ते ।

ततः —

$$\text{कोज्याक्रा} = \text{वि} + \frac{(\text{वि}_{१} - \text{वि}_{२})}{\left(१ - \frac{\text{र प लं}}{\text{चं प लं}}\right)} \times \left(\frac{\text{र प लं}}{\text{चं प लं}}\right)$$

$$\therefore \frac{क_{२}}{क_{१}} = \frac{\text{र प लं}}{\text{चं प लं}} = \frac{१}{४००} \text{ आसन्नमेव ।}$$

तथा च (१३), (१४) अनयोर्द्वयोः समीकरणयोर्मध्येऽन्तरज्याश्चापान्तरतुल्यं तथान्तरकोटिज्याश्च रूपं स्वीकृत्य समान् गुणकानामपाकरणेन समी० १३ इत्यस्य स्वरूपान्तरमिदम् ।

$$क_{१} (\text{वि}_{१} - \text{वि}) = क_{२} (\text{वि}_{२} - \text{वि})$$

$$\text{वि}_{१} - \text{वि} = \frac{क_{२}}{क_{१}} (\text{वि}_{२} - \text{वि}) = \text{ग} (\text{वि}_{२} - \text{वि})$$

$$\text{ग} = \frac{क_{२} \times \frac{१}{२} \text{भूव्या}}{क_{१} \times \frac{१}{२} \text{भूव्या}} = \frac{\frac{\frac{१}{२} \text{भूव्या}}{क_{१}}}{\frac{\frac{१}{२} \text{भूव्या}}{क_{२}}} = \frac{\text{र प लं}}{\text{चं प लं}} = \frac{१}{४००} \text{ ।}$$

मध्यमानेन

$$\therefore \text{वि}_{१} - \text{वि} = \text{गवि}_{२} - \text{गवि}$$

$$\text{वि} - \text{गवि} = \text{वि}_{१} = \text{गवि}_{२}$$

$$\therefore \text{वि} = \frac{\text{वि}_{१} - \text{गवि}_{२}}{१ - \text{ग}} = \frac{\text{वि}_{१} - \text{गवि}_{१} + \text{गवि}_{१} - \text{गवि}_{२}}{१ - \text{ग}}$$

$$\text{वि} = \text{वि}_{१} + \frac{(\text{वि}_{१} - \text{वि}_{२})}{१ - \text{ग}} \text{ग} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (१५)$$

अनयेव रीत्या १४ स्वरूपे—

कोज्या ($वि_1$ – वि) तथा कोज्या ($वि_2$ – वि) इमे त्रिज्यातुल्ये कल्प्येते तदा

$$क्रा = क्रा_1 + (क्रा_1 - क्रा_2)\frac{ग}{1 - ग} \quad \dots\dots \quad (१६)$$

भूमण्डलीयसूर्यग्रहणस्य मार्गमवगन्तुं वि, क्रा इत्यनयोरुपकरणयोर्गणितं प्रति दशक्षणानन्तरं विधेयम्। एवं चन्द्रच्छायाकेन्द्रस्य भुजकोट्योः य, र इत्यनयोर्गतिवृद्धीकां होरां यावत् प्रत्येकस्य क्षणस्य गणितं विधाय पञ्चाङ्गे रक्षणीया भवति। यस्माद् य, र इत्यनयोर्मानानामेका तालिकैतादृशो सम्पद्येत या किल प्रत्येकस्य स्थानस्य ग्रहणं गणयितुं सौविध्यमावहेत्। य', र' इति आभ्यां य, र इत्यनयोः परिवर्तनसूचकगतयो निर्दिश्यन्ते। एतदर्थं यदि य, र इत्यनयोर्गणितं स+सं समये क्रियेत तदा स अवधौ य, र इत्यनयोः य+य' सं एवं र+र' सं तुल्यपरिवर्तनं भविष्यति।

ज्ञ उपकरणम्—

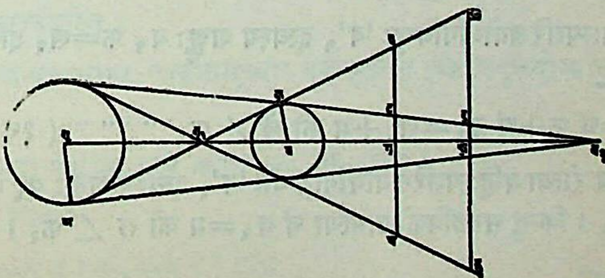
कस्मिन्नपि याम्योत्तरवृत्ते 'ख' इत्यस्य नतकालज्ञानं क्रान्तिपातनतकालतः 'ख' इत्यस्य विषुवांशानां वियोजनेन भवितुमर्हतीति पूर्वक्षेत्रे सिद्धमेव। ततो यदि 'ख' इत्यस्य नतकालो 'ज' भवेत् तदानीं काश्यामर्धरात्रितो मध्यमसावनकालमानं 'म' भवेत्। तदा—

ज्ञ = म – वि भविष्यति।

अत्र—

वि = ख विशुवांशाः।

अतो 'ज्ञ' इत्यस्य मानं कस्मिन्नपि क्षणे गणितेन ज्ञातुं शक्यते। ततो 'ज्ञ' इत्यस्य प्रतिक्षणिकी गतिवृद्धिः 'ग' इदमपि सरलरीत्या ज्ञातुं शक्यते।



चित्रम्—४६

फ$_1$, फ$_2$ उपकरणानयनम्—चित्र नं० २ इत्यस्मिन् ख द धरातलेनाधारं-धरातलं छिद्यते। खचन्द्रयोरन्तःस्पर्शरेखयोर्योगस्तेषां बिम्बान्तरसूत्रे 'व'$_1$ बिन्दौ भवति। इदानीं ∠अ व$_1$ सू=∠फ व$_1$ ख=∠फ$_1$ इति प्रकल्पयेत, सूर्यचन्द्रयोर्मीलात्मकव्यासार्धौ च क्रमतः र एवं म भवेताम्, तदा—

$$\text{ज्या फ}_1 = \frac{\text{र}}{\text{सू व}_1} = \frac{\text{म}}{\text{व}_1\text{ म}} = \frac{\text{र}+\text{म}}{\text{सू चं}} \text{ ।}$$

किन्तु सू चं=रविकर्णः−चन्द्रकर्णः।

यदि चन्द्रकर्णं रविकर्णेन भज्येदेवं ग तुल्यं सम्भवेत्

$\frac{\text{चन्द्रकर्ण}}{\text{रविकर्ण}} = \text{ग}$ । तदा—

$$\text{ज्या फ}_1 = \frac{\text{र}+\text{म}}{\text{र क (१−ग)}} \text{.... ....(१७)}$$

यदि चन्द्रच्छायायाः ∠ क व$_1$चं कोण 'फ'$_2$ अनेन सूच्येत तदा पूर्ववत्

$$\text{ज्या फ}_2 = \frac{\text{र}-\text{म}}{\text{र क (१ − ग)}} \text{... ....(१८)}$$

अतः ∠ फ$_1$, ∠ फ$_2$ अनयोः कोणयोर्ज्ञानं सारल्येन कर्तुं शक्यते।

ल$_1$, ल$_2$ उपकरणानयनम्—चित्र नं० २ इत्यत्र चं फ इदं रविचन्द्रयोर्बिम्बान्तरसूत्रोपरि भूकेन्द्राद् विधीयमानलम्बयोगाच्चन्द्रकेन्द्रं यावदन्तरमर्थाद् 'ख' इत्यस्य चन्द्रशङ्कुर्विद्यते। इदं प्रागेवाभिहितम्।

ततः—

चं फ=ख$_2$ तदा सरलत्रिकोणमित्या

चं व$_1$=म×को छे ∠ फ$_1$।

यद्यन्तःस्पर्शरेखयोर्योगबिन्दुः 'व'$_1$ इत्यस्य शङ्कुः व$_1$ फ=ख$_3$ इति प्रकल्प्येत तदा—

ख$_3$=चं फ+चं व$_1$=ख$_2$+म को छे ∠ फ$_1$.... ....(१९)

अनयेव रीत्या बहिःस्पर्शरेखयोर्योगबिन्दोः 'व'$_2$ इत्यस्य शङ्कुः व$_2$ फ=ख$_4$= चं फ ± चं व$_2$। किन्तु सरलत्रिकोणमित्या चं व$_2$=म को छे ∠ फ$_2$।

अतः—

ख$_4$=ख$_2$ ± म को छे ∠ फ$_2$.... .... (२०)

प्रतिक्षणं ख₂ तथा ख₃ इमौ बीजगणितीयराशी धनात्मकतया 'फ च' इत्यस्य दिगनुरूपावेव मापनीयौ। अर्थात् 'ख' अक्षस्य दिगनुगुणमिमौ धनात्मकौ कल्पनीयौ।

कल्प्यतां यदाधारधरातलेन च्छिन्नयोश्चन्द्रभाभा, चन्द्रभासूच्योः व्यासार्धे क्रमतः ल₁, ल₂ स्तः। ततः —

ल₁=फ ख=व₁ फ×स्प ∠फ व₁ ख=ख₃ स्प ∠फ₁ तथा

ल₂=फ र=व₁ फ×स्प ∠फ व₂ र=ख₄ स्प ∠फ₂....(२१)

(१९), (२०) अनयोरुपकरणयोरुत्थापनेन—

ल₁=ख₂ स्प ∠ फ₁+म छे ∠फ₁.... ....(२२)

ल₂=ख₂ स्प ∠ फ₂ ± म छे ∠ फ₂.... .... (२३)

समी० २२, २३ इमे ल₁, ल₂ अनयोरङ्कात्मकमानानयनार्थमुपयुज्येते।

नाविकपञ्चाङ्गे य, र, ज्या क्रा, कोज्याक्रा, ज्ञ, ल₁, ल₂, एतेषां सर्वेषां मानानि लघुरिक्थाश्च मिनटदशकान्तरेण गणितं विधाय प्रत्येकस्य सूर्यग्रहणस्य कृत एकस्यां तालिकायां संग्रहीता भवन्ति। एवं होरैकान्तरेण लघुरिक्थ 'य' लघुरिक्थ 'र' लघुरिक्थ 'ज्ञ' लघु० स्प फ₁ लघुरिक्थ स्प फ₂ एतासामपि संग्रहस्तत्र क्रियते। इमानि सर्वाणि वेसलस्योपकरणानि कथ्यन्ते। अग्रे इदं प्रदर्श्यते यदेभिरुपकरणैर्भूपृष्ठस्य कस्मिन्नपि नियतस्थाने सूर्यग्रहणस्य ग्रहणं कथं कर्तुं शक्यते।

नियतस्थानीयसूर्यग्रहणगणितम्

द्वितीये नं० (२) चित्रे 'ह घ' आधारधरातलस्य समानान्तरधरातलं 'ख द' विद्यते यद् द्रष्टुः स्थानं पारयित्वा गच्छति। इदानीम् ई, न, ज इति त्रयः कस्मिन्नपि क्षणे आधारभूताक्षैः सम्बन्धितद्रष्टुर्भूपृष्ठीयभुजकोटिशङ्कवः सन्ति तथा धरातलं ह घ, ख₅=ज=फ म तुल्यान्तरे धृतं विद्यते यद् भूपृष्ठीयद्रष्टुराधारधरातलस्य दूरत्वमस्ति।

इदानीं चन्द्रभाभा, चन्द्रभासूच्योः जधरातलेन च्छिन्नवृत्तयोर्व्यासार्धयोरानयनं विविच्यते।

कल्प्यतां यत्ते व्यासार्धे क्रमतः ल₁, ल₂ स्तः।

तदा चित्रे—

ल₁=ग ह। ल₂=ग ट। ततः

फ ग=ज इदं त्रिकोणमित्या सिद्धमेव।

$\therefore$ ल$_1$=(व$_1$ फ − ग फ) × स्प $\angle$ग व$_1$ ह=(ख$_3$ − ज) स्प $\angle$फ$_1$

ल$_2$=(व$_2$ फ$\pm$ ग फ) स्प $\angle$ग व$_2$ ट=(ख$_4$$\pm$ज) स्प $\angle$फ$_2$ ।

अत्र समीकरण(२१)स्योत्थापनेन—

ल$_1$=ल$_1$ − ज स्प $\angle$ फ$_1$ ....(२४)

ल$_2$=ल$_2$ $\pm$ज स्प $\angle$फ$_2$ ....(२५)

अस्मिन् 'ल$_1$' इत्यस्य मानं सर्वदैव धनमेव भवति। 'ल$_2$' अयमृणमेव भवति। यदा 'ख$_4$' इत्यस्योपयोगस्तस्य बीजगणितीयरूपेण भवति तदा बहिःस्पर्शरेखयोर्योगबिन्दुः व$_2$, बिन्दु 'ग' इत्यस्य सव्यतो भवति। इयं रेखागणितीया स्थितिः, सा स्थितिरस्ति यस्यां भूपृष्ठीयप्रदेशा अन्तःस्पर्शरेखाणां सूच्यां निपतन्ति। यदा कस्यचिद् नियतस्थानीयद्रष्टुः कृते आधारधरातलात् 'ज' तुल्योच्छ्रितौ पूर्णं सूर्यग्रहणं सम्भवति तदाऽत्र समी० (२५) साहाय्येनानीत 'ल$_2$' इत्यस्य मानमृणं भवति।

इदानीं यदि 'अं' तथा 'छ' क्रमतो भूपृष्ठस्याक्षांशा भूकेन्द्राद् द्रष्टुरुपच्छ्रितिश्च भवेताम् 'द' बिन्दुश्चोज्जयिनीतः पूर्वस्थस्थानस्य देशान्तरं भवेत्तदा चित्रे नं० (१) इत्यत्र य बिन्दुर्द्रष्टुर्भूकेन्द्रीयं खमध्यं खगोले भविष्यति। तत्र ई, न, ज इत्येतेषां मानानि सरलत्रिकोणमित्येमानि भवन्ति—

ई = छ कोज्या पू सू ।
न = छ कोज्या स सू ।
ज = छ कोज्या ख सू । } ....(२६)

अधुनाऽस्माभिर्भूपृष्ठस्य तेषां खमध्यानामन्वेषणं प्रकर्तव्यं येषु सूर्यस्य स्थित्यारम्भादवसानान्तं यावद् ग्रहणं दृश्यं भविष्यति। (१) चित्रे 'ध्रु सू' एतादृशस्यैकस्यैव खमध्यस्य 'सू' इत्यस्य याम्योत्तरं वृत्तमस्ति। तदा 'ज्ञ' इदमुज्जयिनीतः पूर्वस्यां 'ख' इत्यस्य देशान्तरं स्यात् 'सू' खमध्यस्थद्रष्टुः कृते 'ख' अस्य नतकालकोणः $\angle$सू ध्रु ख=(दे − ज्ञ) भविष्यति।

अत एव कोणः $\angle$ सू ध्रु पू=९० − (दे − ज्ञ)

ध्रु य =९० − अं='अ' इत्यस्य लम्बांशः।

तदा समी० (२६) अस्य प्रथमचापजात्यस्य कोटिज्याविधिना चापीयत्रिभुजे द्वयोर्भुजयोस्तदन्तर्गतकोणस्य च ज्ञानात् तृतीयभुजानयननियमेन निम्नाङ्कितं स्वरूपमभजत्।

त्रिभुजे पू ध्रु सू पृष्ठोच्छ्रिति 'छ' इत्यविकृत्य

$$\text{ई} = \text{छ कोज्या अ}' \times \text{ज्या} \left(\text{द}' - \text{ज्ञ} \right) \cdots\cdots \quad (\text{२७})$$

अनयैव रीत्या—

$$\text{न} = \text{छ} \left[\text{ज्याअ}' \times \text{कोज्याक्रा} - \text{कोज्याअ}' \times \text{ज्याक्रा} \times \text{कोज्या} \left(\text{द} - \text{र} \right) \right] \cdots (\text{२८})$$

$$\text{ज} = \text{छ} \left[\text{ज्याअ}' \times \text{ज्याक्रा} + \text{कोज्याअ}' \times \text{कोज्याक्रा} \times \text{कोज्या} \left(\text{द} - \text{ज्ञ} \right) \right] \cdots (\text{२९})$$

अत ई, न, ज इत्येतेषां प्रातिक्षणिकगतिज्ञानार्थम्—

$$\frac{\text{ताई}}{\text{ताका}} = \text{छ कोज्या अ}' \times \text{कोज्या} \left(\text{द} - \text{ज्ञ} \right) \times \frac{\text{ता ज्ञ}}{\text{ता का}} \text{ ।}$$

अत्र $\frac{\text{ता ज्ञ}}{\text{ता का}}$ इयं 'ज्ञ' इत्यस्य प्रातिक्षणिको गतिः ।

एवमेव—

$$\frac{\text{ता न}}{\text{ता का}} = \text{छ कोज्याअ}' \times \text{ज्याक्रा} \times \text{ज्या} \left(\text{द} - \text{ज्ञ} \right) \frac{\text{ताज्ञ}}{\text{ताका}} \text{ ।}$$

अत्र ज्या 'अ' × कोज्या क्रा' इदं स्थिरवत् स्वीकृतमिति ।

अनया सरण्या—

$$\frac{\text{ताज}}{\text{ताका}} = \text{छ कोज्या} \times \text{अ}' \text{ कोज्याक्रा} \times \text{ज्या} \left(\text{द} - \text{ज्ञ} \right) \times \frac{\text{ताज}}{\text{ताक}} = \text{ज}' \text{ ।}$$

अत्र ई', न', ज' इमे सर्वे ई, न, ज एतेषां तात्कालिकीगतयः, गणितं विधाय प्रतिदशक्षणान्तरे स्थापनीयाः । पुनः समी० (२४) अनेन $\text{ल}_{१}$, $\text{ल}_{२}$ अनयोर्मानमपि प्रयोजनीयकाले आनेतव्यम् ।

इदानीमस्माभिः कस्मिंश्चिदपि स्थाने खण्डग्रहणस्याथवा पूर्णग्रहणस्य च स्पर्शमोक्षस्थितयो विचार्यन्ते । यस्मिन् काले खण्डग्रहणस्यारम्भोऽवसानो वा भवति तदा द्रष्टा चन्द्रभाभां स्पृशति, भूपृष्ठीयभागे तिष्ठति । तदा चन्द्रच्छायाया रक्षतस्तस्यान्तरं 'ल', तुल्यं भवति । तत्तस्य वृत्तस्य त्रिज्या भवति, यस्मिन् धरातले ख=ज तुल्योच्छ्रितौ चन्द्रभाभासूचीं छिनत्ति । किन्त्वस्य वृत्तस्य केन्द्रस्य भुजकोटी य, र स्तः । द्रष्टुस्तत्कालीने भुजकोटी च ज, न इमौ स्तः ।

इमौ द्वावुक्तधरातले निर्दिष्टौ भवतः। ख=ज तुल्योच्छ्रिताधारधरातलस्याक्षस्य समानान्तरा रेखा प्रकर्तव्या। तदाभीष्टा स्थितिरेवम्भूता भविष्यति।

$$(य - ई)^2+(र - न)^2=ल_1^2 \quad \ldots\ldots (३०)$$

अनयैव रीत्या सर्वग्रासग्रहणस्या(मर्दस्थित्योः)रम्भावसानकालयोः स्थिती अपि तात्कालिकभुजकोटिभ्यां सम्पत्स्येते।

$$(य - इ)^2+(र - न)^2=ल_2^2 \quad \ldots\ldots (३१)।$$

इदानीमस्माभिः प्रदर्शयिष्यते यत् समी० (३१) अस्योपयोगो ग्रहणस्यारम्भेऽन्ते च कया रीत्या भवति।

कल्प्यतां यदामान्तस्य पूर्णग्रासमध्यग्रहणस्य वा पार्श्ववर्त्युज्जयिन्या मध्यमकालः 'का' इत्यस्ति। तथा का+का' अयं ग्रहणस्यारम्भस्य ग्रहणान्तस्य वा मध्यमकालो वर्तते। तदा यदि 'का' कालस्य भुजकोट्योर्माने $य_0$, $र_0$ स्यातां तदानीमेव द्रष्टुर्भुजकोटी $ई_0$, $न_0$ भवेताम्। तर्हि पूर्णग्रासस्य मध्ये भुज, कोटि, य, र, 'न' इत्येतेषां मानानि निम्नलिखितानि भविष्यन्ति—

$य=य_0+य'$ का'। $र=र_0+र'$ का'। $ई=ई_0+ई'$ का'।

$न=न_0 +न'$ का' अस्मिन् का' अयं मिनटात्मकस्य कालस्य वृद्धिसूचकः।

इदानीं समी० (२४) साहाय्येन।

$$ल_1=ल_1 - जस्प \angle फ_1 \quad \ldots\ldots (३२)$$

अत्र $फ_1$ अयमत्यन्तलघुकोणः। अतो ग्रहणस्यारम्भादवसानं यावदस्य मानं स्थिरमेव स्वीकर्तव्यं भवति तथा $ल_1$ अयमपि अत्यन्तमन्दगत्या प्रचलति। अत एव समी० (३२) 'का' काले आनीतानामुपकरणानामुपयोगः पूर्णग्रहणस्य कङ्कणग्रहणस्य वाऽऽरम्भेऽन्ते च कर्तुं शक्यते।

तदा—

$$ल_1^2=\{(य_0 - ई_0)+का'(य' - ई')\}^2+$$
$$क\{(र_0 - न_0)+का'(र' - न')\} \quad \ldots\ldots (३३)$$

अस्मिन् $ल_1$, $य_0$, न' इमे सर्वे राशयो ज्ञाता एव। अतो वर्गसमीकरणे (३३) का', का अनयोर्मानं ग्रहणस्यारम्भावसानयोः कालं प्रयच्छति।

यदि $(य_0 - ई_0)^2+(र_0 - न_0)^2=प^2$।

तथा—

$(\text{य}' - \text{ई}')^2 + (\text{र}' - \text{न}')^2 = \text{च}^2$ भवेत्तदा म, ञ इमावेतादृशौ कोणौ कल्पयितुं शक्येते। याभ्याम्—

$\text{प ज्याम} = \text{य}_0 - \text{ई}_0$ । $\text{प कोज्याम} = \text{र}_0 - \text{न}_0$ ···· ···· ···· (३४)

$\text{च ज्या ञ} = \text{य}' - \text{ई}'$ । $\text{च कोज्या ञ} = \text{र}' - \text{न}'$ ···· ···· ···· ···· (३५)

तदा—

$\text{स्पम} = \dfrac{\text{च}_0 - \text{ई}_0}{\text{र}_0 - \text{न}_0}$ । अत्र स्पम अस्य मानद्वयम्।

म अस्य मानं 'ज्याम' अनेन धनमृणं वा तथैव भविष्यति।

यथा—

$(\text{य}_0 - \text{ई}_0)$ अस्य मानं भविष्यति। प तथा म इमौ द्वौ क्रमतो द्रष्टुश्चन्द्र-भाया अक्षस्य दूरत्वं वलनकोणश्च विद्येते। ततः च तथा ज इमौ द्वावपि द्रष्टुश्चन्द्र-भाकेन्द्रदूरत्वस्य वलनकोणस्य गतेश्च द्योतकौ स्तः।

इदानीं समी० (३३) इत्यत्र समी० (३४), (३५) अनयोरुत्थापनेन—

$\text{ल}_1^2 = \text{च}^2 \times \text{का}'^2 + 2\,\text{प} \times \text{च का}' \times \text{कोज्या}(\text{म} - \text{ञ}) + \text{प}^2$ ···· ····(३६)

अस्य समीकरणस्य वर्गमूलद्वयं ग्रहणस्य स्पर्शमोक्षं च प्रकटयिष्यतः। ततो वर्गपूर्त्या समीकरणस्य (३६) निम्नस्वरूपं सम्पन्नम्—

$$\text{ल}_1^2 - \text{प}^2 + \text{प}^2 \times \text{कोज्या}^2(\text{म} - \text{ञ}) = \text{प}^2\,\text{का}'^2 + 2\text{प च का}' \times \text{कोज्या}(\text{म} - \text{ञ}) + \text{प}^2 \times \text{कोज्या}^2(\text{म} - \text{ञ}) \quad \cdots\cdots\cdots\cdots (\text{३७})$$

पुनर्यदि कश्चित् कोणः 'ऋ' एतादृशो भवेत्तदा—

$\text{ल}_1\ \text{ज्या ऋ} = \text{प ज्या}(\text{म} - \text{ञ})$

तदा समीकरणस्य(३७) निम्नस्वरूपम्

$$\text{ल}_1^2 \times \text{कोज्या}^2\text{ऋ} = \text{च}^2\,\text{का}'^2 + 2\,\text{प च का}' \times \text{कोज्या}(\text{म} - \text{ञ}) + \text{प}^2\,\text{कोज्या}(\text{म} - \text{ञ})।$$

$$\therefore \text{का}' = -\frac{\text{प}}{\text{च}}\,\text{कोज्या}(\text{म} - \text{ञ}) \pm \text{ल}_1\,\frac{\text{कोज्या ऋ}}{\text{च}} \quad \cdots\cdots\cdots (\text{३८})$$

यदि 'स' समयस्य $\frac{ल_2 \text{ कोज्या} ऋ}{च}$, का' द्योतकस्तदोज्जयिन्या मध्यमकालेन ग्रहणस्य स्पर्शमोक्षसमयौ क्रमादेतौ स्तः।

$$\left\{ का - \frac{प}{च} \text{कोज्या} (म - ञ) - स \right\} = \text{स्पर्शकालः।}$$

तथा च

$$\left\{ का - \frac{प}{च} \text{कोज्या} (म - अ) + स \right\} = \text{मोक्षकालः।}$$

अस्माद् ग्रहणस्य स्थितिकालः '२ स' अनेन तुल्यं सम्पन्नम्।

किन्तु 'स' तुल्यस्थित्यर्धकालः सर्वदा पर्याप्तसूक्ष्मतासंवलितो न भविष्यति। ततो यदि $का_1$ *इदं विधिनानेनानीतग्रहणारम्भस्य स्थूलकालो भवेत्तदा '$का_1$' कालस्योपकरणानां गणितं पूर्ववद् विधेयम्। अत्र समी० (३८) इत्यस्य मूलद्वयं भविष्यति। ययोरेको ग्रहणस्य स्पर्शकालं सूचयिष्यति, अपरश्च मोक्षकालमिति। कल्प्यतां यदि '$स_1$' इदमुज्जयिनीकालतो ग्रहणारम्भस्य समयो भवेत्तदा—

$$\text{स्पर्शकालः} = का_1 - \frac{प_1}{च_1} \times \text{कोज्या} (म - ञ) - स_1 \text{।}$$

अत्र $स_1$ इदं $ल_2 \times$ कोज्या ऋ इत्यस्य मानम्, $का_1$ काले विद्यते। एवं च प, च, म, ञ इमानि सर्वाणि तस्मिन् काले आनीतानि सन्ति। यदि '$का_2$' ग्रहणमोक्षकालावबोधकः स्यात्तदा तेनैव विधिना उ० म० का० (U. M. T.) इत्येभिर्मोक्षकालस्वरूपमित्थं भविष्यति—

$$\text{मोक्षकालः} = का_2 - \frac{प^2}{च^2} \text{कोज्या} (म_2 - ञ_2) + स_1 \text{।}$$

अनयोः $का_2$ कालस्य प, च, म, ञ उपकरणानां मानानि गृहीतानि सन्ति।

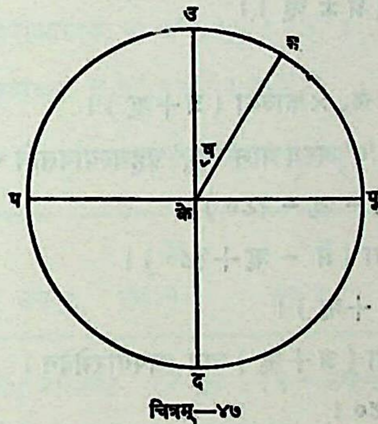
अनयोः कालयोरन्तरं ग्रहणस्थितिकालो भविष्यति। ग्रहणस्यारम्भेऽवसाने च कोण 'ऋ' इत्यस्य माने क्रमतो धनम् ऋणं च स्याताम्। यदि कोज्या ऋ इत्यस्य मानं धनं स्यात् तदा $ल_1$, च, इमे उभे अपि धने स्याताम्। इत्थमसकृत्प्रक्रियया स्पर्शमोक्ष-

*$का_2 = का + स$। $का_1 = का - स$।

काला आनीयन्ते । उपर्युक्तप्रक्रिययेदमवगम्यते यत् 'का' इत्यस्य मानं तथा चयनीयं यद् ग्रहणमध्यकालस्यासन्नतमो भवेत् ।

पूर्णग्रास-खग्रास-कङ्कणग्रासानां स्पर्श-मोक्षकालगणितार्थमपीयमेव प्रक्रिया व्यवह्रियते । तत्र केवलं '$ल_1$' इत्यस्य स्थाने $ल_2$ इत्यस्य मानं ग्राह्यं भवति ।

इदानीमिदं प्रदर्श्यते यद् ग्रहणस्यारम्भोऽवसानं सूर्यबिम्बपाल्याः कस्यां दिशि भविष्यति अथवा शब्दान्तरेण वलनकोणमानं किं भविष्यति । तदर्थम्—



चित्रम्—४७

कल्प्यतामस्मिन् पू, श, उ, प, द वृत्तं चन्द्रभाभासूच्या यदाधारधरातलेन च्छिन्नं खण्डं विद्यते । अस्मिन् यदि के उ इदं 'र' अक्षस्य समानान्तरं के पू 'य' अक्षसमानान्तरं भवेताम् । अनयोर्वर्धितौ भागौ सूचीखण्डस्य द तथा प बिन्दोरुपरि मिलेतां तदा पू उ प द बिन्दुस्पर्शिन्यो रेखाः सूर्यबिम्बस्य स्पर्शरेखा नूनमेव सूर्यबिम्बे क्रमतः पूर्वोत्तरपश्चिमदक्षिणदिक्सूचकबिन्दून् स्प्रक्ष्यन्ति ।

इदानीं यदि ई, न, ज इमे त्रय एव शबिन्दोश्चन्द्रभाभासूच्यागतं स्पर्शरेखासु निपतेयुः, ततः

सरलत्रिकोणमित्या—

$ल_1$ ज्याभ=(य+यं का) - (ई +ई' का) ।

$ल_1$ कोज्याभ—(र+रं का) - (न+नं का) ।

कोष्ठमपसार्य 'का' गुणकान् बहिः करणेन—

ल$_1$ ज्याष=य − ई+का (यं − ईं) ।

अस्मिन् समीकरणस्य (३८) 'का' मानस्योत्थापनेन

ल$_1$ ज्याष=प ज्याम+ज्या च { − प कोज्या (म − ञ)+ल$_1$ ×कोज्या ×ऋ }

=प कोज्या ञ ज्या (म − ञ)∓ ल$_1$ कोज्या ऋ×ज्या ञ

=ल$_1$ ज्या ऋ×कोज्या ञ ∓ ल$_1$ कोज्या ऋ×ज्या ञ

=± ल$_1$×ज्या (ञ ± ऋ) ।

अनयैव रीत्या—

ल$_1$ कोज्या ष=± ल$_1$×कोज्या (ञ+ऋ) ।

यदि ग्रहणस्यारम्भे 'ष' अस्य मानं 'ष$_1$' ग्रहणस्यावसाने च ष$_2$ भवेत् तदा—

ज्या ष$_1$=ज्या (ञ − ऋ − १८०) ।

कोज्या ष$_1$=कोज्या (ञ − ऋ+१८०) ।

ज्या ष$_2$=ज्या (ञ+ऋ) ।

कोज्या ष$_2$=कोज्या (ञ+ऋ) ज्या चापयोरभेदेन ।

ष$_1$=ञ − ऋ+१८० ।

ष$_2$ =ञ+ऋ ।

ष$_1$ तथा ष$_2$ अनयोराभ्यां मानाभ्यामस्माभिः सूर्यग्रहणस्य स्पर्शकाले मोक्षे च रविविम्वस्य ते बिन्दवो ज्ञाप्यन्ते येषु चन्द्रबिम्बेन सम्पर्को भवति ।

॥ इति दशमोऽध्यायः ॥



॥ अथैकादशोऽध्यायः ॥

भारतीयपद्धत्या सूर्यग्रहणगणितम्

रविचन्द्रस्पष्टीकरणं प्रागेव रविचन्द्रस्पष्टीकरणप्रकरणे प्रतिपादितं सन्निविष्टं च। इदानीं शरस्पष्टीकरणमुपस्थाप्यते ज्योतिर्गणितसाहाय्येन—

तत्र स्पष्टरविराश्यादयः २। ४° । ५४′ । २७″ ।

स्पष्टचन्द्रराश्यादयः २। ५° । ५२′ । २४″ ।

शरस्पष्टीकरणचक्रम्

		च	छ	ज	
७ को० पृ० ९७	उप १	उप २	उप ३	उप ४	→
दक्षिण- कदम्बान्तरं	२४ मासिकी तिथि – मध्य नवमोपकरणं	१२ उप +४ उप	१२ – उप+५ उप	६ उप – १२ उप	
संस्कृत नवम् उपकरणम् १८२.७	– ९°	९५.८ +५८.५ —— १५४.३ – १००	९५.८ +५०.५ —— १४६.३ – १००	४९.५ – ९५.८	
	१७८.१३	५४.३	४६.३	५३.७	
फल ५३७३.५	फल ९.१	फल .२९	फल .३	फल .४९	

शरस्पष्टीकरणचक्रम्

कोष्ठकनवमात्

झ	ञ	ट	ठ
→उप ५	उप ६	उप ७	उप ८
७ उप – १२ उप	१० उप – १२ उप	११ उप – १२ उप	१२ उप
०.७	५४.५	.०	
९५.८	९५.८	९५.८	९५.८
४.९	५८.७	४.२	
.४८	.१८	.३९	.५१ :—

:—फलानां योगे कृते सति
११.७४।

५४००
५३७३.५   ९०°=५४०० । ५३८५.२४

११.७४   १४.७३ स्पष्टशरः, असंस्कृतः

५३८५.२४   १४.४४ संस्कृतशरो दक्षिणः ।

चन्द्रगतिसाधनम्

वा० घ० प०
वारादि २ । १२ । ८.४

स्पष्टसूर्यः २। ४° । ५४′ । २७″ ।
स्पष्टचन्द्रः २। ५° । ५२′ । २४″ ।

२ । ५° । ५२ । २४
२ । ४° । ५४ । २७

० । ० । ५७ । ५७=सूर्यचन्द्रयोरन्तरम्

चं० मं० के०=१९६.३३ ।

पञ्चाङ्गाध्यायस्याष्टमकोष्ठकानुसारेण (पृ० ६१) चन्द्रगतिसाधनं क्रियते—

१९२ पर = ९१२

२०४ „ = ९०२

$$\frac{१० \times ४.३३}{१२} = \frac{४३.३०}{१२} = ३.६१ ।$$

९१२ − ३.६१ = ९०८.३९

= ९०८.४ चन्द्रस्य स्पष्टा गतिः ।

चन्द्रबिम्बसाधनम्

ज्योतिर्गणितस्य कोष्ठक १६ पृष्ठ ७१ बलेन

९१० तुल्ये ३३.६

९०० „ ३३.४

$$\frac{.२ \times ८.४}{१०} = \frac{१.६८}{१०} = ०.१७ ।$$

३३.४
०.१७
३३.५७ चन्द्रस्य बिम्बमानस् ।

चन्द्रपरमलम्बनसाधनम्

ज्योतिर्गणितस्य पृष्ठ ७१ कोष्ठका-१६नुसारेण—

उपकरण = चं० स्प० ग० = ९०८.४

९१० तुल्ये ६१.६ इदं गृह्यते

९०० „ ६१.३

$$\frac{.३ \times ८.४}{१०} = \frac{२.५२}{१०} = ०.२५$$

६१.३ + ०.२५ = ६१.५५ चन्द्रपरमलम्बनम् ।

१९

शरस्पष्टीकरणचक्रम्

कोष्ठकनवमात्

झ	ञ	ट	ठ
→उप ५	उप ६	उप ७	उप ८
७ उप – १२ उप	१० उप – १२ उप	११ उप – १२ उप	१२ उप
०.७	५४.५	.०	
९५.८	९५.८	९५.८	९५.८
४.९	५८.७	४.२	
.४८	.१८	.३९	.५१ :—

:—फलानां योगे कृते सति
११.७४।

५४००
५३७३.५ ९०°=५४०० । ५३८५.२४

११.७४ १४.७३ स्पष्टशरः, असंस्कृतः

५३८५.२४ १४.४४ संस्कृतशरो दक्षिणः।

चन्द्रगतिसाधनम्

वा० घ० प०
स्पष्टसूर्यः २। ४° । ५४′ । २७″ । वारादि २ । १२ । ८.४
स्पष्टचन्द्रः २। ५° । ५२′ । २४″ ।

२ । ५° । ५२ । २४
२ । ४° । ५४ । २७

० । ० । ५७ । ५७=सूर्यचन्द्रयोरन्तरम्

चं० मं० के०=१९६.३३।

पञ्चाङ्गाध्यायस्याष्टमकोष्ठकानुसारेण (पृ० ६१) चन्द्रगतिसाधनं क्रियते—

१९२ पर = ९१२

२०४ „ = ९०२

$$\frac{१० \times ४.३३}{१२} = \frac{४३.३०}{१२} = ३.६१ ।$$

९१२ − ३.६१ = ९०८.३९

= ९०८.४ चन्द्रस्य स्पष्टा गतिः ।

चन्द्रबिम्बसाधनम्

ज्योतिर्गणितस्य कोष्ठक १६ पृष्ठ ७१ बलेन

९१० तुल्ये ३३.६

९०० „ ३३.४

$$\frac{.२ \times ८.४}{१०} = \frac{१.६८}{१०} = ०.१७ ।$$

३३.४
०.१७

३३.५७ चन्द्रस्य बिम्बमानम् ।

चन्द्रपरमलम्बनसाधनम्

ज्योतिर्गणितस्य पृष्ठ ७१ कोष्ठका-१६नुसारेण—

उपकरण = चं० स्प० ग० = ९०८.४

९१० तुल्ये ६१.६ इदं गृह्यते

९०० „ ६१.३

$$\frac{.३ \times ८.४}{१०} = \frac{२.५२}{१०} = ०.२५$$

६१.३ + ०.२५ = ६१.५५ चन्द्रपरमलम्बनम् ।

रविगतिसाधनम्

ज्यो० ९ कोष्ठकस्य ६३ पृष्ठानुसारेण

उप = रविकेन्द्रम् = ३४५.५ ।

३५० तुल्ये ५७.२

३४० ,, ५७.३

$$\frac{-०.१ \times ५.५}{१०} = \frac{.५५}{१०} = .०५ ।$$

५७.३ ± ०.०५ = ५७.२५ ।

५७.२५ रविगतिः ।

रविबिम्बसाधनम्

ज्यो० ९ कोष्ठकस्य ६३ पृष्ठानुसारेण

उप = रविगति = ५७.२५

६० तुल्ये ३१.८

५० ,, ३१.७

$$\frac{०.१ \times ७.२५}{१०} = \frac{.७२५}{१०}$$

=.०७२ । ३१.७ + ०.०७ = ३१.७७ रविबिम्बमानम् ।

उपकरणरविकेन्द्रम्=३४५.५ । रविकेन्द्रानुसारेण ३१.५ रविबिम्बं स्वीक्रियते ।

स्पष्टामान्तकालसाधनम्

रविचन्द्रयोरन्तरकला ५७ । ५७ ।

घ० प०

एकचान्द्रदिनसम्बन्धिघटीमानम् = ५९ । ३ भवति । अनुपातकर्मणि ६० अत्र स्थले ५९।३ इत्यस्यैव ग्रहणं भविष्यतीति ।

चन्द्रगति=९०८.४

रविगति =५७.२५

———

८५१.१५=गत्यन्तरम्

८५१.२ गत्यन्तरम् ।

$\frac{\text{५९ । ३ (५७ । ५७)}}{\text{८५१.२}}$ =अन्तरघटी

$\frac{\text{५९ । ३ (५७ । ५७)}}{\text{८५१ । १२}}$ = अन्तरघटी = $\frac{\text{३४५४१६ (१०)}}{\text{८५१। १२ (१०)}}$ =

= $\frac{\text{३४५४१}}{\text{८५१२}}$ =४ घ०

घ० प० वि० प०

पूर्वसिद्ध अ० १२ । ८ । २४

−४

———

८ । ८ । २४=स्पष्टामान्तस्थूलः ।

एवं द्वितीयावृत्तावन्तरघटीशुद्धा ततः स्पष्टामान्तः शुद्धो भवति ।

द्वितीयावृत्तिः —

स्प चं० २। ४१. ५१। ५१

स्प र० २। ४१ ५०। ३७

———

१। १४=अन्तरकला

$\frac{\text{५९ । ३ (१ । १४)}}{\text{८५१। १२}}$ = अन्तरघटी = $\frac{\text{७२ । ४९ । ४२ (१०)}}{\text{८५१ । १२ (१०)}}$ =

= ० । ० । ३० = १ पल

द्वितीयावृत्तौ

२ । ४ । ५१ । ५१ स्पष्टचन्द्रः

२ । ४ । ५१ । ५१ स्पष्टरविः

---

० । ० । ० । ०

घ० प० वि० प०

स्पष्टामान्तकालः ८ । ८ । २४

मध्यमपूर्वामान्तः

१२ । ८ । २४

८ । ८ । २४ स्पष्टामान्तकालः

---

४ । ० । ० अन्तरघटी

स्पष्टामान्ते शरानयनम्

स्पष्टशरः=१४।४४ मध्यमतिथ्यन्तकाले

शरगतिः $=\frac{\text{चन्द्रगतिः}}{\text{६६७}}$ मराठीग्रहगणिते ।

सर्वानन्दग्रहकरणे $\frac{\text{चं० ग ९}}{\text{१००}}$ =दैनिकगतिः विकलात्मिका ।

$\frac{\text{९०८.४}}{\text{६६७}}$ = शरगतिः = $\begin{matrix}\text{क०वि०क०}\\ \text{१ । २१}\end{matrix}$ शरगतिः ।

क० वि० क०

$\frac{\text{१.३६ घटी}}{\text{१}}$ = शरचालनम्=५.४४=५ । २४=शरचालनम् ।

१४ । ४४ दक्षिण

५ । २४

---

९ । २०

क० वि० क०

स्पष्टामान्ते ९.४ स्पष्टशरः = ९ । २४ दक्षिणस्पष्टशरः ।

इदानीं घट्यात्मकं विषुवकालज्ञानम्—

स्प. रविः = स्प. चं० = २ । ४ । ५१ । ५१ ।

रविगतिः = ५७.२५ स्पष्टतिथ्यन्तः = ८ । ८ । २४

चं० ग० = ९०८.४ मध्यमतिथ्यन्तः = १२ । ८ । २४

रविघटिकागतिः ०.९५
चन्द्रघटिकागतिः १५.१४ } १ घटिकायां गत्यन्तरम् १४.१९ ।

रविबिम्बम् = ३१.५
चन्द्रबिम्बम् = ३७.५७ } बिम्बान्तरार्धं = १ ।

मानयोग ६

चं० प० पं० = ६१.५ मध्यमरविः = २ । ४ । २६ । ५४

मध्यमतिथ्यन्तकालिकांशात्मको रविः

= ६४° । २६ । ५४

+ २३ । १३ । २५ अयनांशाः

८७ । ४० । १९ ÷ ६ =

= १४ । ३६ । ४३

दशमलवकृते

१४ । ३६.७१ ÷ ६ = १४.६११८ घट्यादिविषुवांशाः

१४.६१२

.६१२

१४.४ घटीविषुवकालः

नोट—२३७ ज्योति० पृष्ठे मध्यमतिथ्यन्तकालिकं मध्यमरविमानमेवौदयिकं स्वीकृत्य विषुवांशज्ञानं सम्पादितम् । १५ पञ्चदशघटीतुल्यतिथ्यन्ते सत्यासन्न १ मिनटात्मकमन्तरं समायाति । अवयवांन् त्यक्त्वा मध्यम-कालविषुवांशकालिकरवेः, अग्रे १ वृद्धया गणितक्रिया प्रकर्त्तव्यमिति ।

अत्र स्थूलस्पर्शकालस्य ज्ञानम्

ज्योतिर्गणितस्य २२८ पृष्ठानुसारेण

चं० = रा० = १८१.७

१२२ तुल्ये .९
१८१ „ .४

$$\frac{.५ (.७)}{१} = .३५ ।$$

.४
.३५

.७५ कलादिपर्वान्तसंस्कारः ।

घट्यात्मकपर्वान्तसंस्कारः $= \frac{१.७५}{१४.१९} = \frac{.७५}{१४.२} =$ प० वि० प० ३ । १० ।

फलस्य ऋणत्वात्तु ८ । ८ । २५
— ३ । १०

८ । ५ । १५ = ग्रहणमध्यकालः

२४३ पृष्ठानुसारेण उप० ८ । ५ । १५

८ तुल्ये ६०
९ „ १

अन्तर $= १ \frac{१ (५ । १५)}{१} = ५ । १५ ।$

घ० प० वि०

$\frac{५ । १५}{६०}$ घट्यादिस्पर्शकालः = ० । ५ । १५ । अक्षांशाः २५ । १८
२ अक्षांशपरिणतिः । २५ । १८-२ = २५ । १६ अक्षांशाः ।

त्रिभोन-लग्न-साधनम्

ज्यो० पृ० २४४ कोष्ठ २ अनुसारेण

उप० २५° । १६ अक्षांशाः । उप० = १४ विषुवांशघटी

२५ अक्षांशे १४ घट्यां = −५.२
३० अक्षांशे ,, ,, = ७.७

———

$$\frac{२.५ (१६)}{५} = \frac{४०.०}{५} =$$

$$= ८.० = \frac{८}{६०} = ०.१३$$ फलं पलादिकम् ।

५.२
०.१३

——

५.३३ वित्रिभोनलग्नम् । एवमेव २६ घटीपर्यन्तम् ।

वित्रिभ-नतांशसाधनम्

ज्यो० पृ० २४६ को० ३ अनुसारेण
१४ विषुवकालः = २५° । १६ अक्षांशेन
२५ । १४ तुल्ये २५.२
३० । ० ,, २९.६

———————

$$\frac{४.४ (१६)}{५} = \frac{७०.४}{५} ।$$

$$\frac{७०.४}{५ (६०)} = ०.२३$$

२५.२
०.२३

———

२५.४३ वित्रिभनतांशाः । एवमेव २६ घटीपर्यन्तं साधनीयम् ।

नतिसाधनम्

ज्यो० को० ४ पृष्ठ २४७

उप० २५.४३ वित्रिभनतांशाः उप चं० प० लं० = ६१.५

२५ ६१ तुल्ये २५.८
२६ ,, ,, २६.७

$\frac{०.९ (४३)}{१}$ =.३८७।

२५.८

$\frac{.३८७}{२६.१८७}$ =नतिः। इष्टाक्षांशे १४ अधिके १५ बोध्यम्।

चन्द्रपरमलम्बनम् अत्र २४४ पृ०–२४७ पृ० को० २ अनुसारेण
६१.५

विषुवकालः	अक्षांशाः २५।१६	मध्यमकालः घटचादि	त्रिभोनलग्नम् २ अंशात्मकाः·····
१४	२५।१६	५९.३९	५.३३
१५	२५।१६	६०.३९	१०.६३
१६	२५।१६	१.३९	१५.९२
१७	२५।१६	२.३९	२१.१२
१८	२५।१६	३.३९	२६.४१
१९	२५।१६	४.३९	३१.५
२०	२५।१६	५.३९	३६.७
२१	२५।१६	६.३९	४१.९८
२२	२५।१६	७.३९	४७.१८
२३	२५।१६	८.३९	५२.३७
२४	२५।१६	९.३९	५७.६६
२५	२५।१६	१०.३९	६२.९६
२६	२५।१६	११.३९	६८.३४

चन्द्रपरमलम्बनम् अत्र २४४ पृ०–२४७ पृ० को० २ अनुसारेण
६१.५

→विषुवकालः	वित्रिभनतांशाः अंशात्मकाः को० ३	नतिः को० कलात्मिका	वित्रिभनतांशाः कोज्या को० ४
१४	२५.४३	२६.१८	.९१
१५	२३.०४	२३.८	.९२
१६	२०.७४	२१.६१	.९३
१७	१८.४४	१९.२४	.९४
१८	१६.२४	१७.०४	.९६
१९	१४.१५	१४.८६५	.९७
२०	१२.१५	१२.८५	.९८
२१	१०.३४	१०.९४०	.९८
२२	८.६५	९.११५	.९९
२३	७.०६	७.४६	.९९
२४	५.७६	६.१३६	.९९
२५	४.५६	४.८६	१.००
२६	३.३२	३.४८४	१.००

मध्यमकालः घट्यात्मकः	सायनरवि-वित्रिभलग्नम्=रविः		वित्रिभलग्नम्→
५९.३९ ।	८७.६७ ।	५.३३	८२.३४
६०.३९ ।	८७.६७ ।	१०.६३	७७.०४
१.३९ ।	८७.६७ ।	१५.९२	७१.७५
२.३९ ।	८७.६७ ।	२१.१२	६६.५५

२०

३.३९ ।	८७.६७ । २६.४१	६१.२६
३.३९ ।	८७.६७ । ३१.५	५६.१७
५.३९ ।	८७.६७ । ३६.७	– ५० ९७
६.३९ ।	८७ ६७ । ४१.९८	४५.६९
७.३९ ।	८७.६७ । ४७.१८	४०.४९
८.३९ ।	८७.६७ । ५२.३७	३५.३०
९.३९ ।	८७.६७ । ५७.६६	३०.०१
१०.३९ ।	८७.६७ । ६२.९६	२४.७१
११.३९ ।	८७.६७ । ६८.३४	१९.३३

→अस्फुटलम्बनम्	वित्रिभशङ्कुः	=	स्पष्टलम्बनम्
६०.४	.९१		५५.०
५९.५	.९२		५४.७
५७.९	.९३		५३.८
५५.९	.९५		५३.१
५३.५	.९६		५१.४
५०.६	.९७		४९.१
४७.३	.९८		४६.३५
४३.६	.९८		४२.७३
३९.६	.९९		३९.२
३५.३	.९९		३९.९
३०.५	.९९		३०.२
२५.५	१.०		२५.५
२०.१	१.०		२०.१

शरस्पष्टीकरणचक्रम्

मध्यमकालः	दर्शान्तकालः	अन्तरम्	शरघटीगतिः →
५९.३९	—८.०६	—८.६७	१.३६
०.३९	८.०६	७.६७	१.३६
१.३९	८.०६	६.६७	१.३६
२.३९	८.०६	५.६७	१.३६
३.३९	८.०६	४.६७	१.३६
४.३९	८.०६	३.६७	१.३६
५.३९	८.०६	२.६७	१.३६
६.३९	८.०६	१.६७	१.३६
७.३९	८.०६	०.६७	१.३६
८.३९	८.०६	+०.३३	१.३६
९.३९	८.०६	+१.३३	१.३६
१०.३९	८.०६	+२.३३	१.३६
११.३९	८.०६	+३.३३	१.३६

शरस्पष्टीकरणचक्रम्

→ फलम्	मध्यमग्रहणकालिकशरः	शरचलित
—११.७७	९.६०	—२.१७
—१०.४३	९.६	—०.८३
— ९.१	९.६	+०.५
७.७१	९.६	१.८९
६.३५	९.६	३.२५
४.९९	९.६	४.६१
३.६३	९.६	५.९७

२.२७	९.६	७.३३
− ०.९१	९.६	८.६९
+ ०.४५	९.६	१०.०५
+ १.८१	९.६	११.४१
+ ३.१७	९.६	१२.७७
+ ४.५३	९.६	१४.१३

इष्टग्रासे काश्यां सूर्यग्रहणे दृश्यामान्तकालज्ञानार्थं चक्रम्

मध्यकालः घट्यात्मकः	दर्शान्तकालः	अन्तरम्	गल्यन्तरघटी →
५९.३९	.८।४	−८.६७	१४.१९ कला
०.३९	.८।४	७.६७	१४.१९
१.३९	.८।४	६.६७	१४.१९
२.३९	.८।४	५.६७	१४.१९
३.३९	.८।४	४.६७	१४.१९
४.३९	.८।४	३.६७	१४.१९
५.३९	.८।४	२.६७	१४.१९
६.३९	.८।४	१.६७	१४.१९
७.३९	.८।४	०.६७	१४.१९
८.३९	.८।४	+०.३३	१४.१९
९.३९	.८।४	+१.३३	१४.१९
१०.३९	.८।४	+२.३३	१४.१९
११.३९	.८।४	+३.३३	१४.१९
	=८.०६		

टि० —यावता मध्यमकालाधिक्यो दर्शान्तकालस्तावद् मध्यमकालवियोगेन । अन्यथा वैपरीत्येन ।

इष्टग्रासे काश्यां सूर्यग्रहणे दृश्यामान्तकालज्ञानार्थं चक्रम्

→भूमध्ये पूर्वापरान्तरम्	लम्बनम् कलात्मकम्	काश्यां पूर्वापरान्तरम्	चन्द्रस्थानम्
—१२३.०२७ कला	५५.०	कला ६८.०२७	पश्चिमकला
१०८.८३७	५४.७	५४.१३७	"
९४.६४७	५३.८	४०.८४	"
८०.४५७	५३.१	२७.३५	"
६६.२६७	५१.४	१४.८६	"
— ५२ ०७७	४९.१	२.९७	"
३७.८८७	४६.३५	८.४७	प्राची
२३.६९७	४२.३७	१९.०४	"
९.६०७	३९.२	२९.६	"
+ ४.६८२	३४.९	३९.५८	"
+ १८.८७२	३०.२	४९.०७	"
+ ३३.०६२	२५.५	५८.५६	"
+ ४३.२५२	२०.१	=६७.३५	"

अत्र धनर्णयोरन्तरमेव योगः

टि० —ऋणात्मकमध्यमकालात् पश्चिमदिशि द्योतकः। +धनात्मकमध्यमकालात् पूर्वदिशि द्योतकचन्द्रस्य कृते।

इष्टकालिकग्राससाधनम्

मध्यमकालः	चलितशरः पूर्वमेव सिद्धम् उत्तरम्	नतिः	काश्यां याम्योत्तरमन्तरम् →
५९ ३९	— २ १७	२६.१८ प्र	२४.०२
०.३९	— ० ८३	२३.८	२२.९७
	दक्षिणशरः		
१.३९	० ५	२१.६	२२.१
२.३९	१.८९	१९.२४	२१.१३

३.३९	३.२५	१७.०४	२०.२९
४.३९	४.६१	१४.८६	१९.४७
५.३९	५.९७	१२.८५	१८.८२
६.३९	७.३३	१०.९४	१८.२७
७.३९	८.६९	९.११	१७.८०
८.३९	१०.०५	७.४	१७.७९
९.३९	११.४१	६.१३	१७.५४
१०.३९	१२.७७	४.८६	१७.६३
११.३९	१४.१३	३.४८	१७.६१

इष्टकालिकग्राससाधनम्

लम्बनम् →पूर्वापरान्तरम्	केन्द्रान्तरं मध्यान्तरम् प्र² + द्वि²	बिम्बैक्यार्धम्	इष्टकाले ग्रासः
द्वि० ६८.०३		३२.५	
५४.१३		३२.५	
४०.८४		३२.५	
२७.३५	३४.५६	३२.५	६.७५
१४.८६	२५.१५	३२.५	१२.७
– २.९७	१९.६९	३२.५	१३.०३
+ ८४७	२०.६३	३२.५	७.१४
१९.०४	२६.३९	३२.५	
२९.६	३४.५४	३२.५	
३९.५८		३२.५	
४९.०७		३२.५	घं०मि०से०
५८.५६		३२.५	१–२–३६
६७.३५		३२.५	+६–२७
		७।२३।२४	७–२९–३६
		– १५	स्पर्शकालः
		७।८।२४	

यावच्चन्द्रस्य पूर्वापरान्तरमग्रेऽग्रे न्यूनतां गच्छति, तावच्चन्द्रः प्रतीच्यां स्थास्यति। पुनर्यत्र सूर्यचन्द्रयोरन्तरं स्वल्पान्तरं भूत्वा शीघ्रगतित्वात् पूर्वापरान्तरस्याङ्क-आधिक्यं दृश्यते, तदा चन्द्रः प्राच्यां दिशि गमिष्यति।

स्पर्शमध्यमोक्षकालसाधनम्

$(२१.१३)^२ + (२७.३५)^२$ = मध्यान्तरं केन्द्रान्तरम्

= ३४.५६० = $प्र^२ + द्वि^२$

२१.१३ × २१.१३ = ४४६.४७६९ वर्ग

२७.३५ × २७.३५ = ७४८.०२२

११९४.४९९४ = ३४.५६।

घ०	मि०	से०
२	५१	२१
६	२७	
९	१८	२१ मोक्षकालः।

$(२०.२९)^२ + (१४.८६^२)$

४११.६८४१

२२०.८१९६

संस्कृत ९।२४। स्पष्टमोक्षकालः। ६३२.५०३७ = २५.१५५०२

४।२३।२४.२ = ८।४६।४८ / ५ ।

१४।१६।४८ / ५ = घ० मि० से० २।५१।२१।

= १।४५।२१

घ० मि० से०	घ० मि० से०
१।४५।२१	१। २। ३६
६।२७	६।२७
८।१९।३९ मध्यकालः	७।२९। ३६ स्पर्शकालः कास्याम्

घ० मि०

८।२० स्पष्टमध्यकालः

ग्रासानयनम्

व्यार्द — के अं — व्याद
मा० यो० द — के अं = इष्टग्रासकला ।

१९.४७² + २.९७² = १९.६९

१८.८२² + ८.४७² = २०.६३

१८.२७² + १९.०४² = २६.३९

१७.८² + २९.६² = ३४.५४

३२.५ मा० यो० दल
—२५.१५ इष्टकालिककेन्द्रान्तरं
७.३५ ग्रासकला
३ = २.४५ ग्रासाङ्गुलम्

३२.५
१९.६९
१२.८१
४.२७ ग्रासाङ्गुलम्

इष्टग्रासाङ्गुलम् = $\frac{\text{१२ इष्टग्रासकला}}{\text{ग्राह्यबिम्बकला}}$ ।

३२.५
२०.६३
११.८७
३.९५
ग्रासाङ्गुलम्

२.४५ + ३.९५ = ६. अं० ४० = ६.४०
ग्रासाङ्गुलं स्पष्टमिति

॥ इत्येकादशोऽध्यायः ॥

॥ अथ द्वादशोऽध्यायः ॥

प्राचीनानां वलनविमर्शः

यस्मिन् कस्मिश्चिदधिष्ठाने ग्रहणस्य सद्भावे सति कस्यां दिशि ग्रहणारम्भः, ग्रहणमध्यः ग्रहणान्तश्च स्युरित्येतेषां परिचयः परमावश्यको भवति। तत्र क्रान्तिवृत्तस्य चन्द्रविमण्डलस्य नाडीवृत्तस्य च भिन्न-भिन्नधरातले स्थितत्वाद् भूपृष्ठे प्रत्येकस्मिनक्षांशे स्पर्श-मध्य-मोक्षाणां दिग्वैभिन्यं सञ्जायते। अतः प्रत्येकस्थाने ग्रहणस्पर्शमध्यमोक्षाणां दिगवस्थितिर्भिन्नरूपतयावतिष्ठत एव। तेन ग्रहणस्थितिदिग्ज्ञानं कथमवगन्तुं शक्यत इत्यस्य विवेचनमत्र प्रस्तूयते—

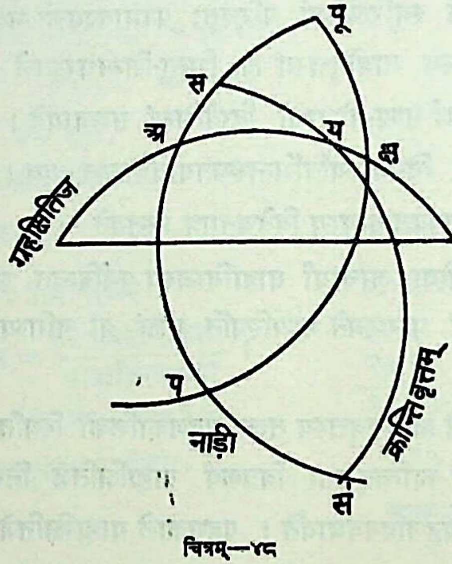
अस्माकं भारतीया आचार्या ग्राह्यबिम्बस्य पूर्वबिन्दुत उत्तरस्यां दक्षिणस्यां वा कियति प्रदेशे ग्रहणं प्रारप्स्यते मध्यस्थितिं मोक्षं वा गमिष्यतीत्येतेषां निर्धारणं कृतवन्तः सन्ति।

अस्मिन्निर्धारणे क्रान्तिवृत्तस्य तत्तद् ग्रहणकालिकी स्थितिरपेक्षणीया भवति। निरक्षप्रदेशे हि केवलं क्रान्तिवृत्ततो विप्रकर्षं ग्राह्यक्षितिजे निर्धार्यैव ततः क्रान्तिवृत्तविमण्डलस्थित्या ग्रहणदिगवधार्यते। ग्रहणकाले ग्राह्यक्षितिजे नाडीवृत्त-क्रान्तिवृत्तस्य विप्रकर्षावधारणमायनं वलनमिति निगद्यते। किन्तु नैषा कथा साक्षदेशे। तत्र हि निरक्षप्रदेशस्य पूर्वापरवृत्तं यथा नाडीवृत्तं भवति न तथा साक्षप्रदेशस्य पूर्वापरवृत्तम्। किन्तु नाडीवृत्ततोऽक्षांशमितं दूरत्वं भजमानमेव पूर्वापरवृत्तं तिष्ठति। तेन ग्रहणकाले साक्षदेशीयपूर्वबिन्दुतः क्रान्तिवृत्तं कियति दूरे वर्त्तते, इत्यस्य निर्धारणं चायनाक्षसम्बन्धद्वयोपेतं भवति, एवमयनसम्बन्धेन नाडीवृत्ततः क्रान्तिवृत्तस्य स्थितिः निर्धार्यते। तदुत्थान्तरं चायनवलनमिति व्यपदिश्यते। अस्य परममानं परमक्रान्तितुल्यं भवति। अक्षांशसम्बन्धेन ग्रहणकाले नाडीवृत्ततः पूर्वापरवृत्तविप्रकर्षो निर्धार्यते। इदं चाक्षवलनमिति निगद्यते। अस्य परममानमक्षांशतुल्यं भवति।

आभ्यामयनाक्षवलनाभ्यां साक्षदेशे पूर्वापरवृत्ततः क्रान्तिवृत्तस्य स्थितिः कियत्यन्तरे वर्त्तते, इति निर्धारयितुं यत्नः क्रियते। ततो ग्राह्यबिम्बे पूर्वबिन्दुतः कियतान्तरेण ग्रहणारम्भो ग्रहणमध्यो ग्रहणान्तश्च भवन्तीति निश्चीयते।

विवेचनेनानेन स्पष्टं यत्साक्षदेशे क्रान्तिवृत्तीयग्रहणस्थानतो नवत्यंशेन कृते ग्रहक्षितिजवृत्ते पूर्वापरक्रान्तिवृत्तयोर्यदन्तरं तदेव स्पष्टवलनं भवति।

क्षेत्रसंस्थया प्रदर्श्यते—



चित्रम्—४८

अ य = अयनवलनम्।

अ क्ष = आक्षवलनम्।

आयनवलनं ± आक्षवलनं = स्पष्टवलनम्।

४० चित्रपरिचयो यथा—

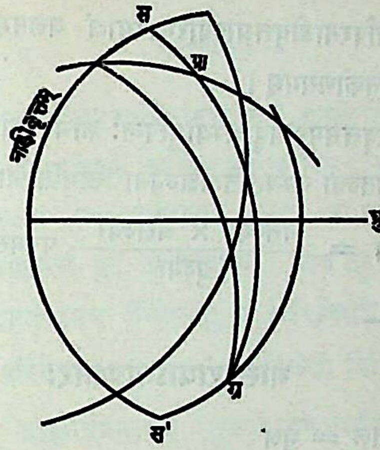
सं ग्र सं' = क्रान्तिवृत्तम्। पू प = पूर्वापरवृत्तम्।

सं ना सं' = नाडीवृत्तम्। ग्र = ग्रहस्थानम्।

ना क्रा पू = ग्रहक्षितिजम्। ना पू = आक्षवलनम्।

ना क्रा = आयनवलनम्।

क्रा पू = स्पष्टवलनं क्रान्तिपूर्वापरप्राच्यान्तररूपम्।



चित्रम्—४९

पुरातनैराचार्यैः पृथक्-पृथग् आयनाक्षवलने आनीय तयोर्योगान्तराभ्यां स्पष्टवलनमानीतम्। अर्थाद् ग्रहक्षितिजे पूर्वापरप्राचीतः क्रान्तिवृत्तप्राच्योर्यदन्तरं स्पष्टवलनाख्यं तदानीतम्।

उपर्युक्तक्षेत्रवलनस्वरूपं प्रदर्शितम्। तत्रायनवलनानयनं त्वित्थं विधीयते।

ग्रहोपरि कृतयोः कदम्बप्रोतध्रुवप्रोतवृत्तयोः सम्पातेन ग्रहबिम्बे यः कोणः समुत्पद्यते, स आयनाख्यो भवतीति, ग्रहक्षितिजस्थायनवलनस्वरूपसाम्यात्। ग्रहक्षितिजे वलनस्वरूपं दर्शनेन स्फुटम्।

तत्र हि कदम्बस्थानाद् ग्रहावधि नवत्यंशमित एको भुजः। कदम्बाद् ध्रुवावधि परमक्रान्त्यंशमितोऽपरो भुजः। ध्रुवाद् ग्रहावधि बिम्बीयक्रान्तिकोटि (द्युज्याचापांशमितः) तृतीयो भुजः। कदम्बप्रोत-अयनप्रोत-वृत्ताभ्यां समुत्पन्नः कोणः कदम्बे खेटभुजांशकोट्यंशाः। तत्रानुपातः—यदि द्युज्यया खेटकोटिज्या लभ्यते तदा परमक्रान्तिज्यया किमिति लभ्यते

$$\frac{\text{खेटकोज्या} \times \text{पक्राज्या}}{\text{द्युज्या}} = \text{आयनवलनज्या}$$ । चापमायनं वलनम्।

आक्षवलनस्वरूपन्त्वेवम्—

ग्रहक्षितिजे पूर्वापरनाडीवृत्तप्राच्योरन्तरमाक्षं वलनम्। तच्च ग्रहगतसमप्रोत-ध्रुवप्रोतवृत्ताभ्यामुत्पन्नकोणसमम्।

तत्र याम्योत्तरवृत्तसमप्रोतवृत्ताभ्यामुत्पन्नः कोणः सममण्डलीयनतांशाः। ततो द्युज्यया सममण्डलीयनतज्या लभ्यते तदाक्षज्यया किमिति जाता

$$\text{आक्षवलनज्या} = \frac{\text{नतज्या} \times \text{अक्षज्या}}{\text{द्युज्या}}$$ परमस्थूला।

वास्तवार्थस्तु—

भास्करीयाऽन्यप्रकारः

अग्रा ± शङ्कुतल = भुज

$\sqrt{\text{त्रि}^2 - \text{भुज}^2}$ = भुजकोटि = उपवृत्तव्यासदल, समस्थानाद् ग्रहावधि समप्रोती चापज्या।

उपवृत्तव्यासदलेन नतकालज्या लभ्यते तदाक्षज्यया किमिति—

$$\text{वास्तवाक्षवलनज्या} = \frac{\text{नतकालज्या} \times \text{अक्षज्यया}}{\text{उ० प्र० व्या० दल}}$$ चापं वास्तवाक्षवलनम्।

अस्याश्चापेन आयनवलनचापस्यैकदिशोरन्तरं भिन्नदिशोर्योगस्तेन स्पष्ट-वलनन्नाम ग्रहक्षितिजे पूर्वापरवृत्तक्रान्तिवृत्तप्राच्योरन्तरं साक्षदेशे ज्ञायते।

॥ इति द्वादशोऽध्यायः ॥



॥ अथ त्रयोदशोऽध्यायः ॥

परिलेखः

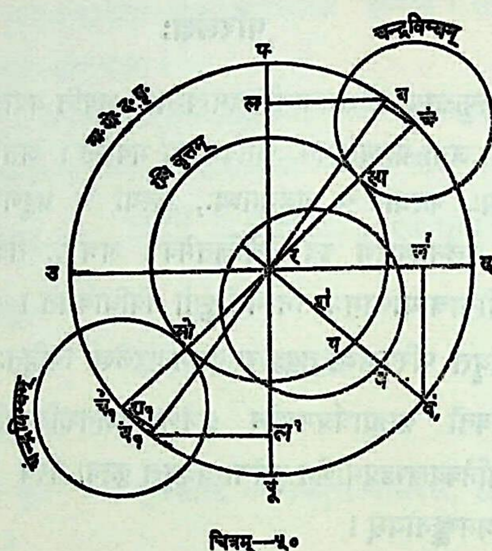
ग्रहणस्य स्फुटतया परिज्ञानार्थमिदमावश्यकं भवति यदालेख्यद्वारेणैव तदङ्कनं विधीयेत्। प्रायो जना ग्रहणविषये कांदिशीका भवन्ति। अतो ग्राह्यबिम्बस्य कस्यां दिशि ग्रहणारम्भः, कस्यां च ग्रहणमध्यः, कस्यां च ग्रहणमोक्ष इत्यादयो प्रश्ना उदीर्यन्ते। तत्र वलनप्रकरणे इदं विवेचितमेव। अत्र हि तदीयरचनाप्रकारः समुपन्यस्यते। प्राचीनाचार्याणामत्र निम्नाङ्कितो विधिर्विद्यते। अत्र च प्राक् साधितं वलनं मानैक्यार्धवृत्ते परिणमय्य तद्द्वारा ग्रहणपरिलेखो विहितः।

समायामवनौ ग्राह्यार्धप्रमाणेन सूत्रेणेष्टस्थानकल्पितबिन्दोर्वृत्तं लिखित्वा तस्मादेव बिन्दोर्मानैक्यखण्डप्रमाणेन सूत्रेणान्यदवृत्तं कृत्वा तस्य बिन्दोरुपरि प्राच्यपरं याम्यात्तरं च सूत्रमङ्कनीयम्।

अथ मानैक्यार्धवृत्ते वलनं देयम्। तत्र रवेः स्पार्शिकं वलनं प्रतीचीचिह्नान् मौक्षिकं च प्राचीचिह्नतः। अथ मध्यवलनम्—यदि विक्षेपो दक्षिणतो देयस्तदा दक्षिणचिह्नाद्यदोत्तरतस्तदोत्तरचिह्नात्। तत्कथं देयमित्युच्यते। यदि याम्यं वलनं तदा सव्यक्रमेण प्राचीचिह्नाद्याम्यं दक्षिणचिह्नात् पश्चिमं पश्चिमचिह्नादुत्तरमुत्तरचिह्नाद् पूर्वमिति। तच्च वलनं ज्यावद्देयम्, न धनुर्वत्। एवं वलनानि दत्वा केन्द्राद् वलनाग्रगतानि सूत्राण्यंकयानि। अथ स्पर्शवलनाग्रात् स्पार्शिको मोक्षवलनाग्रान्मौक्षिको विक्षेपो देयः। स च ज्यावत्। अथ मध्यविक्षेपः। केन्द्राद् वलनसूत्रे देयः। तेभ्यः शराग्रचिह्नेभ्यो ग्राहकार्धप्रमाणेन सूत्रेण वृत्तान्युत्पाद्य स्पर्शमुक्तिग्रासा वेदितव्याः।

अत्र रविग्रहणे शरः, नति संस्कृतः स्फुटाख्यो बोध्यः। यथार्थबिम्बश्च चित्रद्वारा प्रदर्श्यते—

अथ रवेर्ग्रहणे स्पर्शादिपरिलेखः क्रियते। ग्राह्यबिम्बस्य स्थिरत्वं परिकल्प्य ग्राहकस्यान्वेषणं कृतं स्पर्शादिकाले सर्वैः प्राचीनैः। अथ चात्राग्रस्थक्षेत्ररविबिम्बकेन्द्रं 'र' इति उपदपू=मानैक्यार्धवृत्तम्।



चित्रम्—५०

प पू=ग्रहपूर्वापरसूत्रम्। याम्योत्तरं च उ द रेखारूपमिति। बिम्बीयपूर्वापरयाम्योत्तरयोः कस्यापि वैपरीत्यं पट्टिकादौ समुल्लेखने नियमादस्मात् पूर्वापरदिशोर्वैपरीत्यं कल्पितमास्ते। प्रकृतस्थक्षेत्रे—

प = पश्चिम। पू = पूर्वदिक्।

उ = उत्तरदिक्। द = दक्षिणदिक्।

चास्मिन् क्षेत्रे व ल स्पार्शिकं वलनज्यास्वरूपम्।

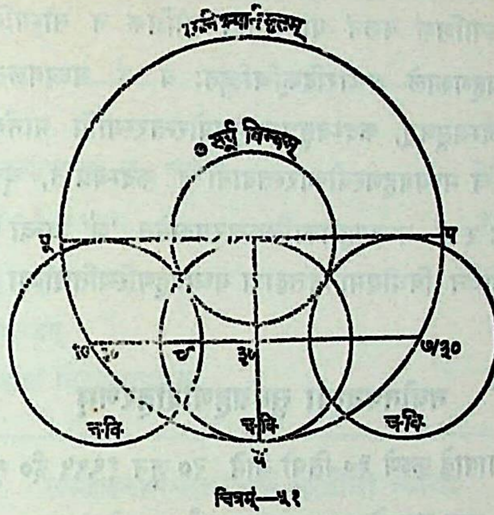
व र = वलनाग्रगतं सूत्रं क्रान्तिसूत्रं च।

चं श = स्पर्शकालिकः शरः।

इत्थं वं लं मध्यग्रहणकालिकवलनज्या परिणता स्पष्टाख्या।

मध्यग्रहणकाले—

शं = चन्द्रबिम्बकेन्द्रम्।



चित्रम्—५१

मोक्षकाले—

चं१ = चन्द्रबिम्बकेन्द्रम् ।

चं१ श१ = मौक्षिकशरः ।

तात्कालिकं वलनाग्रगतं सूत्रं ब१ र क्रान्तिसूत्रं च ।

वं र = मध्यवलनाग्रगतं सूत्रं कदम्बसूत्रं चेति वा । अन्यवृत्तस्वरूपं परिस्फुटमेव । अथात्र शरप्रदानमनुलोमदिश्येव रवेश्चन्द्रस्य शरदिशि स्थितत्वात् ।

अत्र रविग्रहणे प्रतीच्यां स्पर्शत्वात् पश्चिमबिन्दुतः स्पर्शकालिकवलनं ज्यकावत् प्रदानेन ग्राह्यकेन्द्रादागतं वलनाग्रगतं सूत्रं क्रान्तिसूत्रमेव परिणतस्य वलनं मानैक्यार्धवृत्ते पूर्वापरक्रान्तिसूत्रयोरन्तररूपत्वाद् रविबिम्बकेन्द्रस्य क्रान्तिवृत्ते स्थितत्वाच्च ततस्तदुपरि प्रदत्तलम्बरूपशराग्रचिह्नं यत्र लगति मानैक्यार्धवृत्ते तत्रैव स्पार्शिकश्चन्द्रस्पर्शकाले रविचन्द्रयोर्मानैक्यार्धसमकेन्द्रान्तरत्वात् । ततस्तत्र चन्द्रबिम्बकेन्द्रं मत्वा चन्द्रस्य ग्राहकस्य व्यासार्धेन विधीयमानवृत्तद्वारा 'स्प' बिन्दौ स्पर्श इति किं चित्रम् । एवं मोक्षेऽपि पूर्वचिह्नात् सर्वं स्वरूपं भाव्यम् । यथा 'मो'

बिन्दौ मोक्षः पूर्वस्यां दिशि मोक्षत्वात् स्पर्शकालिकव्यवस्थावदत्रापि व्यवस्था लक्षण-साम्यात् । प्रकृते स्पार्शिकं वलनं याम्यमिति मौक्षिकं च सौम्यमिति कृत्वा परि-लेखविधिः । मध्यग्रहणकाले च शरदिक्चिह्नितः वं लं मध्यवलनप्रदानेन वं र वलनाग्रगतं सूत्रं कदम्बसूत्रम्, कदम्बसूत्रसमसूत्रयोरन्तरस्यापि मानैक्यार्धवृत्ते वलन-रूपत्वात् पूर्णान्ते च मध्यग्रहणस्वीकारस्तदानीं च कदम्बप्रोत, वृत्त एव रवीन्द्वोः स्थितत्वाच्च । ततः र शं मध्यग्रहणकालिकशरप्रदानेन 'शं' बिन्दौ चन्द्रस्य केन्द्रम् । ततः केन्द्राद् ग्राहकार्धेन विधीयमानवृत्तद्वारा मध्यग्रहणस्थितिर्भाव्या । यथा य प = ग्रासमानमिति ।

नवीनपद्धत्या सूर्यग्रहणोदाहरणम्

श्रीशुभ सं २०१२ आषाढ़े कृष्णे ३० तिथौ सोमे २० जून १९५५ ई० सूर्यग्रहणगणितम्

अथ ग्रहणोपकरणसाधनार्थं प्रथमो न्यासः

१	२	३	४
१. पृष्ठीयाक्षांशा	२५°।२१।१२	चं०नि२० दे० क्षि० प० लम्बनम्	६१।१३.६४
२. अक्षांशशुद्धिः	८।५७	लम्बनशुद्धिः	२.२१
३. केन्द्रीयाक्षांशाः	२५°।१२।१५	वाराणस्यां चं० क्षि० परलम्बनम्	६१।११.४३
४. केन्द्रीयाक्षज्या	९.६२९९२५१६	सूर्यस्य नि० दे० क्षि० परलम्बनम्	८.७०
५. केन्द्रीयलम्बज्या	९.९५६५५०७	चं० पं० लं०—सू० प० लं०	६१। २.७३
६. केन्द्रीयकोस्पअक्ष	१०.३२७२९९१	लम्बांश स्प	१०.३२७२९९१
७. विषुवांश समकाल	४। ११। २८.१		
देशान्तरम्	५। ३१। ५६		
वाराणस्यां मध्यकालः	९। ४३। २४.१०		
कालसमीकरणम्	०। १। ९.७६		
वाराणस्यां स्पष्टकालः	९। ४२। १४.३४		

अथ ग्रहणोपकरणसाधनार्थं प्रथमो न्यासः

→	५	६
१.	ई	५.३१४४२५१
२.	लम्बज्या प० लं० ज्या ई	२३.५२१३५६८
३.	चं० ½ बिम्बम्	१६।३९.७
४.	सू० ½ बिम्बम्	१५।४४.३
५.	मानैक्यखण्डम्	३२।२४.०
६.	मानैक्यखण्डं विकलात्मकम्	१९४४

लम्बननति-साधनार्थं द्वितीयो न्यासः

	१			२			३			
संस्कारारणां नामानि	हो०	मि०	से०	हो०	मि०	से०	हो०	मि०	से०	←
वाराणस्यां स्पष्टकालाः	७	१२	१४.३४	७	४२	१४.३४	८	१२	१४.३४	
रविक्रान्तिः उ०	२३	२५	४५.५५	२३	२५	४६.६०	२३	२५	४७.६५	
चन्द्रक्रान्ति उ०	२३	२३	५०.८	२३	२२	२२.३	२३	२०	५३.८	
रविविषुवांशा	५	५१	११.१२	५	५१	१६.३३	५	५१	२१.५३	
चन्द्रविषुवांशाः	५	४४	४५.३२	५	४६	७.६९	५	४५	३०.०५	
विषुवांशान्तरं	०	६	२५.८०	०	५	८.६४	०	३	५१.४८	
मिनटादि										
सूर्यनतकालांशा	७१	५६	२४.९	६४	२६	२४.९	५६	५६	२४.९	
विषुवांशान्तरमंशादि	प० १	३६	२७.०	प० १	१७	९.६	प० ०	५७	५२.२	
चन्द्रनतकालांशाः	७०	१९	५७.०	६३	९	१५.३	५५	५८	३२.७	
लम्बज्या पलंज्या ई	२३.५२१३५६८			२३.५२१३५६८			२३.५२१३५६८			

चन्द्रद्युज्या	९.९६२७३४९	९.९६२८१५६	९.९६२८९६०
आ	१३.५५८६२१९	१३.५५८५४१२	१३.५५८४६०८
ज्याचन्द्रनतकाल:	९.९७३८९५५	९.९५०४७४६	९.९१८४५०२

लम्बननतिसाधनार्थं द्वितीयो न्यासः

	४	५	६
→संस्काराणां नामानि	हो० मि० से०	हो० मि० से०	हो० मि० से०
वाराणस्यां स्पष्टकाला:	८ ४२ १४.३४	९ १२ १४.३४	९ ४२ १४.३४
रविक्रान्तिः उ०	२३ २५ ४८.७०	२३ २५ ४९.७५	२३ २५ ५०.८
चन्द्रक्रान्तिः उ०	२३ १९ २५.३	२३ १७ ५६.८	२३ १६ २८.३
रविविषुवांशा	५ ५१ २६.७३	५ ५१ ३१.९३	५ ५१ ३७.१३
चन्द्रविषुवांशाः	५ ४८ ५२.४१	५ ५० १४.७७	५ ५१ ३७.१३
विषुवांशान्तरं	० २ ३४.३२	० १ १७.१६	० ० ०.०
मिनटादि			
सूर्यनतकालांशाः	४९ २६ २४.९	४१ ५६ २४.९	३४ २६ २४.९
विषुवांशान्तरमंशादि	९० ३८ ३४.८	९० १९ १७.४	९० ० ०.०
चन्द्रनतकालांशाः	४८ ४७ ५०.१	४१ ३७ ७.५	३४ २६ २४.९
लम्बज्या पलज्या ई०	२३.५२१३५६८	२३.५२१३५६८	२३.५२१३५६८
चन्द्रद्युज्या	९.९६२९७६४	९.९६३०५६७	९.९६३१३६९
आ	१३.५५८३८०४	१३.५५८३००१	१३.५५८२१९९
ज्याचन्द्रनतकाल:	९.८७६४३७५	९.८२२२७९८	९.७५२४६७४

लम्बननतिसाधनार्थं द्वितीयो न्यासः

संस्काराणां नामानि	१ हो० मि० से०	२ हो० मि० से०	३ हो० मि० से०→
वाराणस्यां स्पष्टकालाः	७ १२ १४.३४	७ ४२ १४.३४	८ १२ १४.३४
प्र	३.५३२५१७४	३.५०९०१५८	३.४६६९११०
कोज्याचन्द्रनतकाल:	९.५२७०५८६	९.६५५४७४४५	९.७४७८३४०
आ	१३.५५८६२१९	१३.५५८५४१२	१३.५५८४६०८
घातः	२६.६१८१९७९	२६.७२२३०१५	२६.७७३२०५८
त्रि^{२} ई	२५.३१४४२५१	२५.३१४४२५१	२५.३१४४२५१
द्वि	१.३०३७७२८	१.४०७८७६४	१.४५८७८०७
प्र० संख्या	३४०८.१४	३२२८.६१	२९३०.२९
द्विसंख्या	+२०.१३	+२५.५८	+२८.७६
चन्द्रलम्बनम् वि०	३४२८.२७	३२५४.१९	२९५९.०५
चन्द्रनतकालांशाः	पू० ० १९ ५७.९	पू० ६३ ९ १५.३	पू० ५५ ५८ ३२.७
चन्द्रलम्बनकलादि	५७ ८.२७	५४ १४.१९	४९ १९.०५
चन्द्रस्पष्टनत- कालांशाः	पू० ७१ १७ ६.१७	६४ ३ २९.४९	५६ ४७ ५१.७५
सूर्यनतकालांशाः	पू० ७१ ५६ २४.९	६४ २६ २४.९	५६ ५६ २४.९
सूर्यतश्चन्द्रान्तरं	प० ३९ १८.७३	प० २२ ५५.४९	प० ८ ३३.१५
पूर्वापरान्तरं वा पूर्वापरान्तरविकला	प० २३५८.७३	प० १३७५.४९	प० ५१३.१५

लम्बननतिसाधनार्थं द्वितीयो न्यासः

→संस्काराणां नामानि	४ हो मि० से०	५ हो० मि० से०	६ हो० मि० से०
वाराणस्यां स्पष्टकाला	८ ४२ १४.३४	९ १२ १४.३४	९ ४२ १४.३४
प्र	३.४३४७१७९	३.३८०५७९९	३.३१०६८७३
कोज्याचन्द्रनतकालः	९.८१८७०४५	९.८७३६५८१	९.९१४३०४६
आ	१३.५५८३८०४	१३.५५८३००१	१३.५५८२१९९
घातः	२६.८११९०२८	२६.८१२५२८१	२६.७८५२११८
त्रि² ई	२५.३१४४२५१	२५.३१४४२५१	२५.३१४४२५१
द्वि	१.४९७४७६७	१.४९८१०३०	१.४७०७८६७
प्र० संख्या	२७२१.५६	२४०२.०४	२०४४.९७
द्विसंख्या	+३१.४४	+३१.४८	+२९.५६
चन्द्रलम्बनम् वि०	२७५३.००	२४३३.५२	२०७४.५३
चन्द्रनतकालांशाः	पू० ४८ ४७ ५०.१	पू० ४१ ३७ ७.५	पू० ३४ २६ २४.९
चन्द्रलम्बनकलादि	४५ ५३.०	४० ३३.५२	३४ ३४.५३
चन्द्रस्पष्टनत- कालांशाः	पू० ४९ ३३ ४३.१	४२ १७ ४१.०२	३५ ० ५९.४३
सूर्यनतकालांशाः	पू० ४९ २६ २४.९	४१ ५६ २४.९	३४ २६ २४.९
सूर्यतश्चन्द्रान्तरं पूर्वापरान्तरं वा	पू० ७ १८.२	२१ १६.१२	३४ ३४.५३
पूर्वापरान्तरविकला	पू० ४३८.२	१२७६.१२	२०७४.५३

'नतिसाधनम्'

संस्काराणां नामानि	१ हो० मि० से०	२ हो० मि० से०	३ हो० मि० से० ←
वाराणस्यां स्पष्टकालाः	७ १२ १४.३४	७ ४२ १४.३४	८ १२ १४.३४
चन्द्रनतकालांशाः	७० १९ ५७.९	६३ ९ १५.३	५५ ५८ ३२.७
$\frac{१}{२}$ लम्बनम्	२८ ३४.१४	२७ ७.९५	२४ ३९.५३
चन्द्रनतकाल + $\frac{१}{२}$ लम्बनम्	७० ४८ ३२.०४	६३ ३६ २३.२५	५६ २३ १२.२३
चंकोज्यान + $\frac{१}{२}$ लं०	९.५१६८२६०	९.६४७९०५१	९.७४३१८३९
कोस्पअक्ष	१०.३२७२९९१	१०.३२७२९९१	१०.३२७२९९१
घातः	१९.८४४१२५१	१९.९७५२०४२	२०.०७०४८३०
चन्द्रकोज्या $\frac{१}{२}$ लम्बनम्	९.९९९९८५०	९.९९९९८६४	९.९९९९८८८
कोस्पक	९.८४४१४०१	९.९७५२१७८	१०.०७०४९४२
क	५५° ३ ५७.६	४६ ३७ ५८.०	४० २२ ४७.३
चन्द्रक्रान्तिः उ०	२३° २३ ५०.८	२३ २२ २२.३	२३ २० ५३.८
क − क्रा	३१° ४० ६.८	२३ १५ ३५.७	१७ १ ५३.५
ज्या प० लं० } अक्षज्या ई }	२३.१९४०५७७	२३.१९४०५७७	२३.१९४०५७७
ज्याक	९.९१३७१४४	९.८६१५१५०	९.८११४५६७
का	१३.२८०३४३३	१३.३३२५४२७	१३.३८२६०१०
ज्या क − क्रा	९.७२०१६३१	९.५९६४९०२	९.४६६७१६२

'नतिसाधनम्'

→ संस्काराणां नामानि	४ हो० मि० से०	५ हो० मि० से०	६ हो० मि० से०
वाराणस्यां स्पष्टकाला:	८ ४२ १४.३४	९ १२ १४.३४	९ ४२ १४.३४
चन्द्रनतकालांशा:	४८ ४७ ५०.१	४१ ३७ ७.५	३४ २६ २४.९
½ लम्बनम्	२२ ५६.५	२० १६.७६	१७ १७.२७
चन्द्रनतकाल + ½ लम्बनम्	४९° १० ४६.६	४१° ५७ २४.२६	३४° ४३ ४२.१७
चंकोज्या (न + ½ लं०)	९.८१५३७१७	९.८७१३६८५	९.९१४७९८९
कोस्पअक्ष	१०.३२७२९९१	१०.३२७२९९१	१०.३२७२९९१
घात:	२०.१४२६७०८	२०.१९८६६७६	१०.२४२०९८०
चन्द्रकोज्या ½ लम्बनम्	९.९९९९९०४	९.९९९९९२५	९.९९९९९४६
कोस्पक	१०.१४२६८०४	१०.१९८६७५१	१०.२४८१०३४
क	३५ ४५ ४९.०	३२ १९ १५.०	२९ ४७ ७.२
चन्द्रकान्ति: उ०	२३ १९ २५.३	२३ १७ ५६.८	२३ १६ २८.३
क – क्रा	१२ २६ २३.७	९ १ १८.२	६ ३० ३८.९
ज्या प० लं० अक्षज्या ई	२३.१९४०५७७	२३.१९४०५७७	२३.१९४०५७७
ज्याक	९.७६६७४१७	९.७२८०७४४	९.६९६१३९६
का	१३.४२७३१६०	१३.४६५९८०३	१३.४९७९१८१
ज्या क – क्रा	९.३३३२७७२	९.१९५३७०५	९.०५४५७६७

'नतिसाधनम्'

	१	२	३
संस्कारणां नामानि	हो० मि० से०	हो० मि० से०	हो० मि० से० ←
वाराणस्यां स्पष्टकाला:	७ १२ १५.३४	७ ४२ १४.३४	८ १२ १४.३४
प्र	३.०००५०६४	२.९२९०३२९	२.८४९३१७२
कोज्या क—क्रा	९.९२९९८०२	९.९६३१८४४	९.९८०५२३२
का	१३.२८०३४३३	१३.३३२५४२७	१३.३८२६०१०
घातः	२६.२१०८२९९	२६.२२४७६००	२६.२१२४४१४
त्रि² ई	२५.३१४४२५१	२५.३१४४२५१	२५.३१४४२५१
द्वि०	०.८९६४०४८	०.९१०३३४९	०.८९८०१६३
प्र० संख्या	१००१.१४	८४९.२४	७०६.८४
द्वि संख्या	+ ७.८८	+८.१३	+७.९१
नतिविकला०	१००९.०२	८५७.३७	७१४.७५
दक्षिणा			
चन्द्रक्रान्तिः उ०	२३ २३ ५०.८	२३ २२ २२ ३	२३ २० ५३.८
चन्द्रनति कला० द	– १६ ४९.०२	– १४ १७.३७	– ११ ५४.७४
चन्द्रस्पष्टक्रान्ति उ०	२३ ७ १.७८	२३ ८ ४.९३	२३ ८ ५८.०६
सूर्यक्रान्तिः उ०	२३ २५ ४५.५५	२३ २५ ४६.६०	२३ २५ ४७.६५
सूर्यतश्च० क्रा० अ०	० १८ ४३.७७	० १७ ४१.६७	० १६ ४९.५९
क्रान्त्यन्तरवि० द०	११२३.७७	१०६१.६७	१००९.५९

'नतिसाधनम्'

→ संस्काराणां नामानि	४ हो० मि० से०	५ हो० मि० से०	६ हो० मि० से०
वाराणस्यां स्पष्टकाला:	८ ४२ १४.३४	९ १२ १४.३४	९ ४२ १४.३४
प्र	२.७६०५९३२	२.६६१३५०८	२.५५२४९४८
कोज्या क—क्रा	९.९८९६८२२	९.९९४५९३८	९.९९७१८९९
का	१३.४२७३१६०	१३.४६५९८०३	१३.४९७९१८१
घात:	२६.१७७५९१४	२६.१२१९२४९	२६.०४७६०२८
त्रि² ई	२५.३१४४२५१	२५.३१४४२५१	२५.३१४४२५१
द्वि	०.८६३१६६३	०.८०७४९९८	०.७३३१८७७
प्र० संख्या	५७६.२२	४५८.५२	३५६.८५
द्वि० संख्या	+७.३१	+६.४२	+५.४१
नति: विकला०	५८३.५३	४६४.९४	३६२.२६
दक्षिणा			
चन्द्रक्रान्ति: उ०	२३ १९ २५.३	२३ १७ ५६.८	२३ १६ २८.३
चन्द्रनति कला० द	− ९ ४३.५३	− ७ ४४.९४	− ६ २.२६
चन्द्रस्पष्टक्रान्ति उ०	२३° ९ ४१.७७	२३ १० ११.८६	२३ १० २६.०४
सूर्यक्रान्ति: उ०	२३ २५ ४८.७०	२३ २५ ४९.७५	२३ २५ ५०.८
सूर्यतश्चं क्रा० अं०	० १६ ६.९३	० १५ ३७.८९	० १५ २४.७६
क्रान्त्यन्तर वि० द०	९६६.९३	९३७.८९	९२४.७६

अथ पूर्वसाधित-रवोन्द्वोस्त्रिज्यावृत्तीयविषुवांशान्तराणां द्युज्यावृत्ते परिणमनाय तृतीयो न्यासः

संस्काराणां नामानि	१ हो० मि० से०	२ हो० मि० से०	३ हो० मि० से० →
वाराणस्यां स्पष्टकालाः	७ १२ १४.३४	७ ४२ १४.३४	८ १२ १४.३४
विषु० अं० विकला	प० २३५८.७३	प० १३७५.४९	प० ५१३.१५
लघु० वि० अन्तरम्	३.३७२६७८३	३.१३८४५७५	२.७१०२४४३
चन्द्रस्पष्टद्युज्या	९.९६३६४८०	९.९६३५९१२	९.९६३५४३४
घातः ÷ त्रि	३.३३६३२६३	३.१०२०४८७	२.६७३७८७७
द्यु० प० विषु० अं० विकला	प० २१६८.३३	प० १२६५.०३	प० ४७१.३८
क्रान्त्यन्तरविकला द०	११२३.७७	१०६१.६७	१००९.५९

अथ पूर्वसाधित-रवोन्द्वोस्त्रिज्यावृत्तीयविषुवांशान्तराणां द्युज्यावृत्ते परिणमनाय तृतीयो न्यासः

→ संस्काराणां नामानि	४ हो० मि० से०	५ हो० मि० से०	६ हो० मि० से०
वाराणस्यां स्पष्टकालाः	८ ४२ १४.३४	९ १२ १४.३४	९ ४२ १४.३४
विषु० अं० विकला	पू० ४३८.२	पू० १२७६.१२	पू० २०७४.५३
लघु० विषु० अन्तरम्	२.६४१६७२४	३.१०८५९१५	३.३१७९१९७
चन्द्रस्पष्टद्युज्या	९.९६३५०३२	९ ९६३४७६१	९.९६३४६४२
घातः + त्रि	२.६०५१७५६	३.०७२०६७६	३.२८१३८३९
द्यु० प० विषु० अं० विकला	पू० ४०२.८	पू० ११८१.५१	पू० १९१०.५६
क्रान्त्यन्तरविकला द०	९६५.९३	९३६.८९	९२४.७६

स्पार्शिकं गणितम्

अत्र पूर्वं रवीन्द्वोर्यानि द्युज्यावृत्तपरिणतानि पूर्वापरान्तराणि दक्षिणोत्तरान्तराणि च प्रसाधितानि सन्ति, तत्साहाय्येन क्षेत्रद्वारा गणितेन स्पर्शादिकालसाधनविधिः प्रदर्श्यते। अत्र स्पार्शिकक्षेत्रे रविचन्द्रयोः पूर्वापरान्तरं क्रमेणापचीयमानं भवति। तेन—

स्पार्शिकक्षेत्रे

प्रथमहोरार्धारम्भे	द्वितीयहोरार्धारम्भे
रवीन्द्वोः पूर्वापरान्तरमधिकम्	पूर्वापरान्तरं न्यूनम्
(१) रवितश्चन्द्रस्योत्तरमन्तरं न्यूनम्	उत्तरमन्तरमधिकम्
(२) रवितश्चन्द्रस्योत्तरमधिकम्	उत्तरमन्तरं न्यूनम्
(३) रवितश्चन्द्रस्य दक्षिणमन्तरं न्यूनम्	दक्षिणमन्तरमधिकम्
(४) रवितश्चन्द्रस्य दक्षिणमन्तरमधिकम्	दक्षिणमन्तरं न्यूनम्
(५) रवितश्चन्द्रस्योत्तरमन्तरम्	दक्षिणमन्तरम्
(६) रवितश्चन्द्रस्य दक्षिणमन्तरम्	उत्तरमन्तरम्

एवं स्पार्शिकक्षेत्रे षड्विधाः सम्भवन्ति। मौक्षिकक्षेत्रेऽप्येता एव षड्विधाः सम्भवन्ति। किञ्च तत्र पूर्वापरान्तरं क्रमश उपचीयमानं भवति। मध्यक्षेत्रे तु क्वचित्प्रथमहोरार्धारम्भकालिकपूर्वापरान्तरतो द्वितीयहोरार्धारम्भकालिकपूर्वापरान्तरं भिन्नदिक्कं भवति। अस्यां स्थितौ तयोरन्तरस्थाने योगः कार्यः। क्वचिच्च तदुभयमप्येकदिश्यं प्रवर्द्धमानं च भवतीत्येतत्सर्वं दिङ्मात्रमत्र निर्दिष्टमस्ति।

क्षेत्रम्—५२

कर=२१६८.३३ लघु० ३.३३६१२५०

गर=१२६५.०३

इ उ = क ग = कर − गर = ९०३.३० लघु० २.९५५८३२०

अ क = ११२३.७७ लघु० ३.०५०६७७६

ग उ = १०६१.६७

अ इ = (अक − गउ कइ) = ६२.१० लघु० १.७९३०९१६

स्प ∠ अ उ इ = अ इ ÷ इ उ (क ग)

लघु० अ इ १.७९३०९१६
लघु० इ उ २.९५५८३२०
——————— } प्रथमत्रैराशिकेन
लघु० स्प इ = ८.८३७२५९६

∠ इ = ३° ५५′ ५८″.०

लघु० क र = १३.५३५७१९४
लघु० अ क = ३.०५०६७७६
——————— } द्वितीयत्रैराशिकेन
लघु० ∠ स्प क अ र = १०.४८५०४१८

∠ क अ र = ७०° ५२′ ३४″.५

लघु० ज्या ∠क अ र = − ९.९८२७६०५
लघु० कर = ३.३३६१२५०
——————— } चतुर्थत्रैराशिकेन
लघु अ र = ३.३५३३६४५ +

∠ र अ ट = ∠ इ अ उ − ∠ क अ र = ८६° ४′ २″ − ७१° ५२′ ३४″.५।

∠ र अ ट = १४° ११′ २७″.५

लघु० ज्या ∠ र अ ट = ९.३८९४३००

$$\text{ट र} = \frac{\angle \text{ ज्या र अ ट} \times \text{अर}}{\text{टर}}$$

ज्या ∠ र अ ट = ९.३८९४३००
लघु० अ र = ३.३५३३६४५
घातः = १२.७४२७९४५
लघु० मानैक्य० = ३.२८८६९६३
१९४४″
——————— | पञ्चमत्रैराशिकेन
लघु० ज्या ∠अ ट र = ९.४५४०९८२

∠अ ट र = १६° ३१′ ४६″.५
∠अ र ट = − १४° ११′ २७″.५
———————
∠ र अ ट = २° २०′ १९″.०

लघु० ज्या ∠ अ ट र = ९.३८९४३००
लघु० ज्या ∠ अ र ट = ८.६१०७१२४
लघु० अ इ = १.७९३०९१६
लघु० ∠उ = ८.३८८०६९३

लघु० अ इ = २.४०५०२२३

$$\text{अ ट} = \frac{\text{अ र} \times \text{ज्या} \angle \text{अ र ट}}{\text{ज्या} \angle \text{अ ट र}}$$

उघु० अ र = ३.३५३३६४५
लघु० ज्या ∠ अरट = ८.६१०७१२४

घातः = ११.९६४०७६९
लघु० ज्या∠ अ ट र= – ९.३८९४३००

अट = २.५७४६४६९
लघु० अ ट = २.५७४६४६९
लघु० १८०० = ३.२५५२७२५
घातः = ५.८२९९१९४
लघु० अ इ =– २.९५५०२२३

सेकेण्ड अ ट कालतः = २.८७४८९७१

संस्कारसंस्कृतस्पर्शकालः = ७ घं० । २९ मि० ।

गणितेन ग्रहणमध्यकालसाधनस्य परमग्रासानयनस्य च प्रकारः

माध्यं क्षेत्रं—५३

{ र ग = ४०२.८ लघु २.६०५०८९५
\+
र क = ४७१.३८ लघु० २.६७३३७१२

इ उ = क ग = ८७४.१८ लघु० – २.९४१६००९
अ इ = ४३.६६ लघु० १.६४००८३७

स्प ∠ अ उ इ = लघु० ८.६९८४८२८

∠ अउइ = २०° ५१′ ३३″.१

लघु० ज्या ∠अ उ इ = ८.६९७९३८९

लघु० कोज्या ∠अउइ = ९.९९९७७२३

लघु० अ इ = १.६४००८३७

लघु० उ ग = २.६०५०८९५

घातः = ४.२४५१७३२

लघु० उ इ = – २.९४१६००९

लघु० म न = २.३०३५७२३

मन = २०.१०७५

रम = ९६५.९३

रन = ९८६.०३७५

लघु० र न = २.९९३८९१९

लघु० अ इ = १.६४००८३७

ज्या∠अउइ लघु० = ८.६९७९३८३

लघु० अ उ = २.९४२१४५४ । अ उ = ८७५.२७७

लघु० म न = १.३०३५७२३ । ∠उ = ८.६९७९३८३

लगु० न उ = २.६०५६३४० । न उ = ४०३.३०५

∠ उ = ८.६९७९३८३

लघु० र न = २.९९३८९३६

योग = १.६९१८३१९ । न ट = ४९.१८५

लघु० रन = २.९९३८९३६

कोज्या ∠इ = ९.९९९७७२३

लघु० र ट = २.९९३६६५९

९८५.५२१

१९४४.०००

९५८.४७९ शुद्धपरमग्रासः

न उ – न ट = ट उ । न उ = ४०३.३०५

न ट = ४९.१८५

ट उ = ३५४.१२०

लघु० ट उ = २.५४९०२७८

लघु० १८००=३.२५५२७२५

घातः = ५.८०४३००३

लघु० अ उ = २.९४२१४५४

२.८६२१५४९ । ७२८.०४ मध्यग्रहणकालः

८ ४२ १४.३४

१२ ८.०४

---

८ । ३० । ६.३० मध्यग्रहणकालः

+ १ । ९.७६ कालसमीकरणम्

स्पष्ट ८ । ३१ । १६.६ मध्यग्रहणकालः ।

अथ गणितेन ग्रहणमोक्षकालसाधनम्

मौक्षिकं क्षेत्रम्—५४

(१) क र = १८१.५१ लघु० = ३.०७२४३७४

(२) ग र = १९१०.५६

(३) क ग = उ इ = ७२९.०५ लघु० = २.८६२७५७३

(४) अ इ = १२.१३ लघु० = १.०८३८६०८

(५) अ क = ९३६.८९ लघु० = २.९७१६८८६

(६) र ट लघु० = ३.२८८६९६३

(७) स्प∠अ उ इ { लघु० अ इ = १.०८३८६०८
लघु० इ उ = २.८६२७५७३ }

---

(८) लघु० स्प ∠ उ = ८.२२११०३५

(९) ∠उ =०° । ५७ । ३.७

(१०) लघु० ज्या ∠उ = ८.२२००८४६

(११) लघु० कोज्या∠उ = ९.९९९९४०२

(१२) अ क = २.९७१६८८६ }

(१३) क र = ३.०७२४३७४ } स्प ∠अ र क

---

(१४) लघु० = ९.८९९२५१२ स्प ∠अ र क

(१५) ∠अ र क = ३८° २४′ ४६″.९

(१६) ∠अ क र = ५१° ३५′ १३″.१

(१७) ∠अ र क = ३८° २४′ ४६″.९

(१८) ∠र अ क = ०° ५७′ ३″.७

---

(१९) ३९° २१′ ५०″.६

(२०) १८०° − ३९° २१′ ५०″.६

(२१) ∠र अ ट = १४०° । ३८′ । ९″.४

(२२) ज्या ∠अ र क लघु० = ९.७९३३१९५

(२३) लघु० अ क = २.९७१६८८६

(२४) लघु० ज्या ∠अ र क = ९.७९३३१९५

---

(२५) लघु० अ र = ३.१७८३६९१

(२६) ∠र अ ट = ३९° । २१′ । ५०″.६

(२७) लघु० ज्या ∠र अ ट = ९.८०२२५७५

(२८) लघु० अ र = ३.१७८३६९१

---

(२९) लघु० अ र × ल० ज्या ∠र अ ट = १२.९८०६२६६

(३०) लघु० र ट = ३.२८८६९६३

---

(३१) ज्या ∠अ ट र = ९.६९१९३०३

(३२) ∠अ ट र = २९° २८′ १०″.५

(३३) ∠र अ ट = १४०° ३८′ ९″.४

∠अ ट र = २९° २८′ १०″.५

१८०° - १७०° ६′ १९″.९=९° ५३ ४०.१

(३४) ∠अ र ट = ९° ५३′ ४०″.१

(३५) लघु० ज्या ∠अ र ट = ९.२३५१०७९

(३६) लघु० मानैक्य $\frac{१}{२}$ = ३.२८८६९६३

(३७) लघु० अ ट = २.५२३८०४२

(३८) लघु० उ इ = २.८६२७५७३

(३९) लघु० कोज्या ∠उ अ इ = ९.९९९९४०२

---

(४०) लघु० अ उ = २.८६२८१७१

(४१) लघु० अ ट = २.५२३८०४२

(४२) लघु० १८००″ = ३.२५५२७२५

---

(४३) घातः = ५.७७९०७६७

(४४) लघु० अ उ = २.८६२८१७१

२.९१६२५९६

शेष: सर्वः संस्कारसंस्कृतस्पष्टमोक्षकालः = ९ ३० ८.५५

ग्रहणकालसमीक्षा अस्मिन् ग्रहणगणिते काशीनगरस्याक्षांशा नाविकपञ्चाङ्गो- (नाटिकल अल्मनाक) पहिता २५° । २१′ । १२″ मिता गृहीताः ।

तेन २५° । १८ मितं काशीनगराक्षांशमधिकृत्य विहितसूर्यग्रहणगणितेभ्य अस्मादीषदन्तरं पतत्येव । काश्यां सूर्यग्रहणगणितस्य वेदयित्रोः पण्डितप्रवररामव्यास-शास्त्रि-पण्डितगणपतिदेवशास्त्रिणोः सूर्यग्रहणगणितस्यास्य स्पर्श-मध्यमोक्षकाला-स्तुलनार्थं तालिकायामत्रोपस्थाप्यन्ते ।

१—प्रकृति उ०	स्पर्श	मध्य	मोक्ष
नवीनपद्धत्या	हो० मि० से०	हो० मि० से०	हो० मि० से०
	७ । २९ । ८.०	८ । ३१ १६.१	९ । ३० । ८.५५
ज्योतिर्गणिते	७ । २९ । ३६	८ । २०	९ । २४
पं० प्र० रामव्यास-शास्त्रिकृत-शिवपञ्चाङ्गे	७ । ३२ । ५२	८ । ३० । ४३	९ । ३५ । १५
पं० गणपतिदेव-शास्त्रिकृत-दृक्सिद्धपञ्चाङ्गे	७ । ३० । ०	८ । २९ । ०	९ । ३४ । ०

एवमत्र संक्षेपेण ग्रहणगणितमुपन्यस्तम् ।

तुष्यन्तु सुजना दृष्ट्वा बाललीलामिमां मम ।
जगतां गुरुरीशश्च सततं मे प्रसीदताम् ॥

इतिवृत्तम्

सूर्यग्रहणस्य

आकाशीयपिण्डेषु निरन्तरं दृष्टि समर्पयतां मानवानामाकाशीयकुतूहलावह-घटनावगतिसमकालमेव ग्रहणावगतिरपि समजनीत्यत्र न कोऽपि शङ्कावकाशः।

पुरातना मानवाः सूर्यग्रहणं दृष्ट्वा भीता भवन्ति स्म। अकस्मात् सूर्यं ग्रस्तं दृष्ट्वा त इत्थं विचारयन्ति स्म यद्यदि सूर्य आकाशाल्लुप्यते तदा वयं सर्वे प्राणिनो विनष्टा भवेम। यतो हि भुवि जीवानां प्रसविता सवितैव मन्यते स्म।

यदि निरभ्रे निर्मले व्योमनि रविं कृष्णच्छाया आच्छादयति, क्रमशस्तमर्धम्, पूर्णं च विद्धयति। पश्यतामेव मानवानां रविर्लोपं गतो रात्रिश्च समागता। जना घटनामेतामवलोक्य आतङ्किताः सन्त इदं विचारयितुमारेभिरे, यत् प्रलयकालः समागतो भविष्यति किम्? अस्माकं रविः शैत्यमुपयास्यति किम्? पुनः कियता क्षणानामन्तरमेव ते प्रसन्नाः सञ्जाताः। सूर्यस्यैका पाली प्रस्फुरितालोकदीप्तावलोकिता।

एकां घटीमतिवाह्य स्फुरत्प्रभामण्डलोऽस्माकं प्रद्योतनः सर्वैः सहर्षमालोकितः। सूर्यग्रहणं दृष्ट्वा न केवलं मानवा एव भयाक्रान्ता भवन्ति, किन्तु पशवः पक्षिणश्चापि रात्रेः समयं ज्ञात्वा तदनुकूलमाचरन्ति। सारमेया रोरवीति। मेषा मीमते। चटकाः स्वनीडं प्रविशन्ति। एवं सूर्यग्रहणं सर्वेषां प्राणिनां व्यवहारेषु परिवर्तनं जनयति भयं चोत्पादयति।

सूर्यग्रहणस्य पुरातनः समुल्लेखः संसारे सर्वतः प्राचोने ग्रन्थे ऋग्वेदे विद्यते। चीनदेशस्य कस्मिंश्चिद्ग्रन्थ इदमुल्लिखितं विद्यते यद् वर्षाणां ४००० सहस्रचतुष्टयीतः प्राक् सूर्यग्रहणसमये एकातीव समुद्वेगकारिणी घटना सङ्घटिता। केनचिदपरेण सम्राजा सह युद्धयतश्चीननरेशस्य सैनिका आकस्मिकसूर्यग्रहणान्धकारेण भयत्रस्ताः सन्तः शत्रुणा निहता बभूवुः, तदा चीनदेशाधिपतिना 'हा-हो'-नामानौ द्वौ राजज्योतिषिकौ पूर्वतः सूर्यग्रहणसूचनाया अप्रदानेन हेतुना शूलमारोपितौ। यतो हि ज्यौतिषिकाविमावहिफेनभक्षणतत्परो सूर्यग्रहणगणितं कर्तुं न शक्तावास्ताम्।

घटनयानया तथ्यमिदमवगतं भवति यदतिप्राचीनकालेऽप्यस्माकं प्रतिवेशी-देशश्चीनः सूर्यग्रहणगणितं कर्तुं क्षम आसीत्। यद्येतावति पुरातने काले चीनदेशीया ग्रहणगणितं कर्तुं क्षम आसन्, तर्ह्यस्माकं भारतीया अपि ततोऽपि पुरातने समये ऋग्वेदमन्त्रकाल एव सूर्यग्रहणगणितं कर्तुं नितरां प्रौढा आसन्नेव। ऋग्वेदे निम्नाङ्कितेषु मन्त्रेष्विदमेव तथ्यं प्रकटीभवति—

यत्त्वा सूर्य स्वर्भानुस्तमसा विध्यदासुरः।
अक्षेत्रविद्यथा मुग्धो भुवनान्यदीधयुः ॥ ५ ॥

स्वर्भानोरधयदिन्द्र माया अवो दिवो वर्तमाना अवाह्न।
मूल्हं सूर्यतमसाऽपव्रतेन तुरीयेण ब्रह्मणाऽविन्ददत्रिः ॥ ६ ॥

मामामिमं तव सन्तमत्र इरस्य द्रुग्धो मियसा निगारीत्।
त्वं मित्रो असि सत्यराधास्तौ मेहावतं वरुणश्च राजा ॥ ७ ॥

ग्रावणो ब्रह्मा युयुजानः सपर्यन् कीरिणा देवान्नमसोपशिक्षन्।
अत्रिः सूर्यस्य दिवि चक्षुराधात्स्वर्भानोरपमाया अघुक्षत् ॥ ८ ॥

यं वै सूर्यं स्वर्भानुस्तमसा विध्यदासुरः।
अत्रयस्तमन्वविन्दन्न ह्यन्ये अशक्नुवन् ॥ ९ ॥

एतेषां मन्त्राणां विवेचनं सायणाचार्येणेत्थं प्रतिपादितं भाष्ये। इदमादिचतुर्भिर्मन्त्रैः अत्रीणां कर्म कीर्त्यते। हे सूर्य ! प्रेरकदेव त्वां यदा सुरस्य प्राणापहर्तुरसुर्या वा पुत्रः स्वर्भानुसंज्ञकतमसा मायया निर्मितेनावृणोदित्यर्थः। तदा भुवनानि सर्वाणि दृश्यन्ते। यथा तत्रत्यः सर्वो जनः स्वस्वस्थानमजानन् मुग्धो मूढो भवति तथा ॥५॥

अथ जगन्मौढ्यानन्तरमसुरस्य या मायाः सन्ति। कीदृश्यस्ताः ? दिवो द्योतमानादादित्यादवस्थाद् वर्तमानाः। तदुपरि तिरोधानासामर्थ्यादिति भावः।

हे इन्द्र ! ताः सर्वा अवहंसि। अथात्रेरेव परोक्षवादः। अन्धकारेणापगतकर्मणा गूल्हं सूर्यम्। अन्धकारस्यावरणरूपत्वादपव्रतत्वम्। तथाविधं तुरीयेण ब्रह्मणा 'ग्राब्णो ब्रह्मा' इत्यनेन अत्रिर्लब्धवान्। आवरणापगमोपायं निराकरणशुद्धं वा सूर्यमिति। पूर्वमन्त्रापेक्षयास्य तुरीयत्वम्। एकैकं मायांशमेकैकेन मन्त्रेणापनोद्य चातुर्थ्येन मन्त्रेण निलीनं तमोऽप्यनुददित्यर्थः ॥ ६ ॥

अत्रेदं सूर्यवाक्यम्—हे अत्रे ! इह गवस्थं मां सन्तं तव स्वभूतम् । अनेच्छया द्रोग्धासुरो भयजनकेन तमसा मा गिरतु । किञ्च हे त्वं मित्रः असि । प्रभीतेः सकाशात् त्राता भवसि । सत्यराधाः सत्यधनश्च । तौ राजा वरुणश्च, त्वं च तौ युवां माम् इहावतं रक्षतम् । यद्वा अत्रिरेव मित्र उच्यते । स च वरुणश्च युवाम् ।। ७ ।।

ब्राह्मणः अत्रिरभिषवसाधनानि युञ्जन् । इन्द्रार्थं सोममभिषुण्वन्नित्यर्थः, तथा कीरिणा । कीर्यते विक्षिप्यत इति कीरिस्तोत्रम् । तेन देवान् पूजयन् किञ्च नभसा अन्नेन हविर्लक्षणेन नमस्कारेण वोपशिक्षन् शिक्षतिर्दानार्थोऽत्र प्रसाधने वर्तते । प्रसाधयन् एवमुक्तैः साधनैः सूर्यस्य सर्वप्रेरकस्य चक्षुःसर्वस्य ख्यापकं मण्डलमन्तरिक्षे आधात् । निस्तमस्कं कृतवानित्यर्थः । तदेव स्पष्टयति । स्वर्भानोः एतन्नामकस्या-सुरस्य मायाः । स्वाश्रयं व्यामोहयन्ती परांस्तु तथा कुर्वन्ती मायेत्युच्यते । तादृशी माया । यत्तुरीयेण ब्रह्मणेत्युक्तम् । तदेतदुक्तं तुरीयब्रह्म । तेनात्रिसहायेन्द्रोऽपजुगोप न्यवारयदित्यर्थः ।

अथवा **तृतीयपाद** एवं व्याख्येयः—सूर्यस्य दिवि पूर्वमावृते प्रकाशे तदपनोद्य स्वकीयं चक्षुराधात् । निरावरणं तेजो दृष्टवानित्यर्थः । स्वर्भानुमायया सूर्यस्यावृति-र्हारिद्रविके समाम्नाता स्वर्भानुश्चासुरः सूर्यं तमसा विध्यत्तस्मै देवाः प्रायश्चित्तमैच्छन् तस्य यत्प्रथमं तमोऽपाघ्नन् हा कृष्णाविरभवद् यद् द्वितीयं सा फाल्गुनी, यत्तृतीयं सा वलक्षी यदध्यस्थादपाकृन्तन् इत्यादि ।। ८ ।।

अत्रिकृतं सामर्थ्यमनुवदति **सायणाचार्यः** —

यं वै सूर्यमिति । निगदव्याख्यैषा । अत्रयस्तं सूर्यमविन्दन् इन्द्रार्थं सोमयाग-देवतास्तुतिनमस्कारैरनुक्रमेणेषदीषत् तमोऽवरुध्य लब्धवन्त इत्यर्थः । अन्ये न ह्यशक्नुवन् न लब्धवन्तः खलु ।

विषयेऽस्मिन् वैदिकविज्ञानतत्त्वचिन्तकाः श्रीमन्माननीयाः पण्डितप्रवरा मधुसूदनौझा स्वकीये "अत्रिख्यातिः" इति नामके ग्रन्थे यदुक्तं तत्प्रकाश्यतेऽधुना ।

अथात्रेय्यां ब्रह्मपर्षदि प्रतिष्ठितेऽस्मिन्नत्रिवंशे ग्रहनक्षत्रादिज्योतिर्विद्या-परीक्षणं विशिष्य प्रचारितमासीत् । प्रथमात्रिकाले हि कदाचित् सर्वग्रासे सूर्यग्रहणे जाते तत्कारणनिर्धारणाय तदानीन्तना बहव एव विद्वांसः प्रयतन्ते स्म । किन्तु सर्व-प्रथमं तेष्वात्रेयपर्षदधिष्ठातारो त्रय एव याथातथ्येन तत्कारणमवधारयामासुः । तत्र

यदवधारितं तद् गणितोपपादनपरो विद्याग्रन्थस्तु तस्यामात्रेयपर्वद्येवाऽधिष्ठितोऽभूत्। तदितिवृत्तं तु केवलं पञ्चभिर्मन्त्रै ऋक्संहितायामुपनिबध्यते [५।४०।५-९]

अयमत्राभिसन्धिः —अभिजिन्नाम ब्रह्माणं परितः सूर्योऽयं परिक्रामति। तस्य ब्रह्मणो रश्मिगता सर्वे प्राणा ऋषय उच्यन्ते। चन्द्रमसि स्वतः कृष्णवर्णे प्रतिमूर्च्छितैः सूर्यरश्मिभिरुत्पन्नायां ज्योत्स्नायां स्थिता नाना धर्मविभक्ताः प्राणा मध्यमाः पितर उच्यन्ते। पृथिव्यामप्येवं प्रतिमूर्च्छिते सूर्य्यकिरणेऽवराः पितरो भवन्ति। सूर्य्यरश्मिगतास्तु प्रकाशमयाः सर्वे प्राणा नानाधर्मविभक्ताः सर्वे देवा उच्यन्ते। चन्द्रे पृथिव्यां वा सूर्य्यप्रतिदिग्भागे सूर्य्यकिरणप्रतिबन्धात् तमोमये वियति सञ्चरन्तः प्राणा असुराः कथ्यन्त इति हि वैदिकी परिभाषा श्रुतिप्रसिद्धा ब्रह्मविज्ञाने सुविशदं निरूपिता। तत्र तस्य चन्द्रस्य पृथिव्याश्चेयं खभागव्याप्ता छायामयी भूमाऽपि सर्वासुरप्राणसम्भृतत्वादसुर एवोच्यते तस्य च्छायामयस्यासुरस्य तमो राहुः स्वर्भानुरित्येताः संज्ञाः स्युः। अन्धकारमयत्वात्तमः। सूर्यांशुराहित्येन क्लृप्तमूर्तित्वाद्राहुः। सूर्य्यमण्डलं स्वः —"एषा गतिरेषा प्रतिष्ठाय एष तपति। तस्य ये रश्मयस्ते सुकृतोऽथ यत्परं भाः प्रजापति वा स स्वर्गो वा लोकः"—इतीष्टयाजमानश्रुतेः सूर्य्यमण्डलोपलक्षिते प्रतिदिग्भागे भानुर्भूमोपलक्षितप्रदेशव्याप्तियोग्यः प्रकाशो नियमेन यस्यास्ति स स्वर्भानुः। एष चोभयपार्श्वगतसूर्य्यकिरणयोः कर्त्रीरूपयोः सम्पातेन च्छिन्नशिरा दृश्यते। त्रिविधोऽयं राहुः, एकः पार्थिवा द्विविधश्चान्द्रश्च। तत्र पार्थिवः सैंहिकेयोऽप्युच्यते। पृथिव्याः सिंहिकारूपेण श्रुतौ निरूपितत्वात्। तदुक्तं लैङ्गे सप्तपञ्चाशाध्याये—

द्विविधिः सूर्य्यविस्ताराद् विस्तारः शशिनः स्मृतः।
तुल्यस्तयोस्तु स्वर्भानुर्भूत्वाधस्तात् प्रसर्पति ॥ १ ॥
उद्धृत्य पृथिवीच्छायां निर्मितां मण्डलाकृतिम्।
स्वर्भानोस्तु बृहत्स्थानं तृतीयं यत् तमोमयम् ॥ २ ॥

सूर्य्यमण्डलविष्कम्भाच्चन्द्रविष्कम्भः कदाचिदल्पो भवति, कदाचित्तु महान् भवति। कदाचिदुच्चेन, कदाचिन्नोचेन च पथा चन्द्रपरिभ्रमणात्। कटकग्रासखग्रासाभ्यां सूर्यग्रहणस्य द्वैविध्येन तथा प्रतिपत्तेः। अनयोर्द्वयोः पार्थिवेन राहुणा चन्द्रग्रहणं भवति। चन्द्रेण तु राहुणा सूर्य्यग्रहणं सिध्यति। तदेतदनया श्रुत्या निरूप्यते।

यत्वा सूर्यप्रभृति-ऋग्वेदीयमन्त्राणां व्याख्याने ओझोपाह्वेनेत्थं प्रतिपादितम्, तद्यथा—

हे सूर्य्य! आसुरोऽसुरनिकायस्वरूपोऽयं स्वर्भानुर्यदा त्वां तमसा चन्द्राधस्तन-कृष्णच्छायया अविध्यदावृणोत्, तदा भुवनानि सर्वे लोका अदीधयुर्देवयामासुरज्ञानेन व्यामोहिता बभूवुः। यथा गन्तव्यं क्षेत्रमजानानः। कुत्र गच्छामीत्येवं व्यामुग्धो भवति, तथा कुत्र सूर्य्योऽगात्, किमिदमभूत्, कथमकाण्डेऽन्धकारोऽभवदित्यादिरूपेण व्यामोहमापुः ॥ १ ॥

स्वर्भानोरिति। अधेत्य यथार्थो निपातः। अपरञ्च हे इन्द्र! दिवोऽव सूर्यमण्डलादधोदेशे वर्तमानः स्वर्भानोर्मायाः। अन्यथासत्यन्यथाप्रतीयमाना वा साधारणैरज्ञेयतत्त्वा वा, निगूहितयाथार्थ्यभावा वा, प्रयुज्यमाना प्रक्रिया माया। तथा चैता लोकविस्मयकारिण्यो राहोर्म्मायाः यदा सूर्यमधयद् अवरुध्यालोपयन् तदत्रापवर्तनीयेन तमसा प्रच्छन्नं सूर्यमयमत्रिमर्हषिस्तुरीयेण ब्रह्मणा ग्राब्णो ब्रह्मेति चतुर्थमन्त्रोपात्तेन विज्ञानप्रकारेणाविन्दत्—सूर्य्यं विलुप्तं पुनरलभत्। तत्रैव दिवि यथावत् स्थितमजानादित्यर्थः ॥ २ ॥

उक्तं पूर्वम्—यत्र यत्र वस्तुन्यारम्भविधयायमत्रिप्राग उपादीयते, तद्वस्तु कठिनमभवत्—पारदर्शकत्वाद्विहीयते। तेन प्रत्याहतः सूर्यरश्मिः परावर्तितो भवतीति। तदनुसारेणेह तृतीयो मन्त्रः सूर्यमुखेनार्थमाह—

मामामिममिति। हे अत्रे! चन्द्रमण्डलारम्भकात्रिप्राण! इमं मां सूर्यं तव सन्तं चन्द्रमण्डलं प्रत्युपस्थितरश्मित्वाच्चन्द्रगतात्रिप्राणानुगतत्वाच्चात्रिप्राणानुगृहीतं द्रुग्धो द्रोग्धाऽसुरः स्वर्भानुरिरस्यान्नेच्छाया ग्रसनाभिप्रायेण मियसा भयङ्करतमसा मा निगारीत् मा निगिलतु। सर्वथा विलुप्तं मा करोतु।

प्रतिवस्तुनियता शक्तिः सत्यमिति ब्रह्मविज्ञाने व्याख्यातम्। चन्द्रगतवस्तुशक्तिसाधितस्त्वमत्रि प्राणो मित्रोऽसि वरुणो राजा चासि उभयसाम्मुख्येन **परस्पराभिगमनं मित्रत्वम्। विरुद्धदिग्वृत्त्या प्रत्यावरणं वरुणत्वम्**। सूर्यमण्डलाधस्तनस्य चन्द्रमण्डलस्योपरिभागे मित्रोऽस्तीति सूर्यरश्मयः प्रतिरुद्धाश्चन्द्रेण वियुज्यन्ते **अहर्वै मित्रोरात्रिर्वरुण इति श्रुतेः**। तत्रायं मित्रो वरुणो वा चन्द्रगतस्त्वमत्रिप्राण

एवासि। यदि चन्द्रेऽत्रिप्राणो नाभविष्यत् तदा तस्य पारदर्शकत्वप्राप्त्या सूर्य्यरश्मिप्रतिबन्धायोगान् मित्रो वरुणो वा नाभविष्यदित्युक्तम्। अतोऽत्रिभूतौ तौ मित्रवरुणौ युवां मां सूर्य्यमिह स्वर्भानुग्रासकालेऽवतम् अवगमयतम्। अवतिरवगमार्थः। चन्द्रस्याधस्ताच्चन्द्रेणावरोधादयं सूर्य्यो न दृश्यते। चन्द्रस्योपरिष्टात्त्वयं सूर्य्योऽनवरुद्धः पूर्ववद् दृश्यत एवेत्यता नायं विलुप्तोऽस्तीत्यर्थो मित्रवरुणाभिज्ञानादवगम्यते ॥ ३ ॥

'अत्रिमहर्षिः' पूर्वं ग्रहणकाले सूर्य्यं द्रष्टुं कञ्चिदपूर्वं यन्त्रविशेषं निर्म्मापयामास। ग्रावकीरिनमांसि तस्यैव यन्त्रस्याङ्गानि सम्भाव्यन्ते। उपरागकाले सूर्य्यादर्शने सति सोऽत्रिर्ब्रह्मा ग्राब्णो युञ्जन्, कीरिणा देवानाराधयन्, नमसा प्रसाधयन् सूर्य्यस्य दिवि सूर्य्योपलक्षिताकाशभागे स्वचक्षुराधात्। तेनायं स्वर्भानोर्मायाः परान्मोहयन्तीः प्रक्रिया अपाधुक्षत्—न्यवारयत्। अत्रिकृतयन्त्रस्येदानीमनुपलब्धेस्ततः सूर्य्यदर्शनप्रकारस्तदवयवभूतानि ग्रावकीरिनमांस्यपि यथावन्न ज्ञायन्त इति भाव्यम्।

उपसंहरति—पुरायुगे सूर्य्योपरागत्वविविदिषया कृतप्रयत्नेषु तदानीन्तनकृतविद्येषु यं यं सूर्य्यमासुरः स्वर्भानुस्तमसाविध्यत्। यदा यदा सूर्योपरागोऽभवत्, तदा तदा तमत्रय एवान्वविन्दन्, नान्ये विद्वांसो यथावज्ज्ञातुं तमशक्नुवन् ॥ ५ ॥

एतच्छ्रुतिमूलकमेवार्थं पौराणिका आख्यानकरूपेणोपन्यबध्नन्। तथा हि भारतेऽनुशासनपर्वणि दानधर्मे भीष्ममुखेनाहुः—

घोरे तमस्ययुद्ध्यन्त सहिता देवदानवाः।
अविध्यत शरैस्तत्र स्वर्भानुः सोमभास्करौ ॥ १ ॥

अथ ते तमसा ग्रस्ता निहन्यन्ते स्म दानवैः।
अपश्यन्त तपस्यन्तमत्रिं विप्रं तपोधनम् ॥ २ ॥

अथैनमब्रुवन् देवाः शान्तक्रोधं जितेन्द्रियम्।
नाधिगच्छामि शान्तिं च भयात्त्रायस्व नः प्रभो ॥ ३ ॥

कथं वक्ष्यामि भवतस्ते बुधश्चन्द्रमा भव।
तिमिरघ्नश्च सविता दस्युहन्ता च नो भव ॥ ४ ॥

एवमुक्तस्तदात्रिर्वै तमोनुदभवच्छशी।
अभवत् सौम्यभावाच्च सोमवत् प्रियदर्शनः ॥ ५ ॥

दृष्ट्वा नातिप्रभं सोमं तथा सूर्यं च पार्थिव।
प्रकाशमकरोदत्रिस्तपसा स्वेन संयुगे॥ ६॥

जगद्वितिमिरं चापि प्रकाशमकरोत्तदा।
व्यजयच्छत्रुसङ्घारश्च देवानां स्वेन तेजसा॥ ७॥

अत्रिणा दह्यमानांस्तान् दृष्ट्वा देवा महासुरान्।
पराक्रमैस्तेऽपि तदा व्यपध्नन्नत्रिरक्षिताः॥ ८॥

उद्भासितश्च सविता देवास्त्राता हतासुराः।
अत्रिणा त्वत्र सामर्थ्यं कृतमुत्तमतेजसा॥ ९॥

अत्र स्मार्ते कथानके सर्वोऽर्थः श्रुत्यर्थानुसारेण नेयः। तद्विरुद्धोऽर्थस्तु काल्पनिकत्वादुपक्षेप्य इति तत्त्वम्। सूर्य्योऽकस्मात् खग्रासेन ग्रस्ते सर्वतोऽन्धकाराच्छन्ने भयभीतेषु देवेषु सत्सु चन्द्रकृतमिदं सूर्य्यस्यावरणं न त्वन्यद्भयकारणमस्तीत्यत्रिणा स्वविद्यया देवानां भयनिरासः कृतः, ततः परितुष्टैर्देवैस्तस्मै अभये वरदानं दत्तमित्याथर्वणश्रुतौ श्रूयते—"आदित्यं हि तमो जग्राह"। तदत्रिरपनुनोद। तदत्रिरन्वपश्यत्। तदप्येतद् ऋचोक्तम्—

"स्तुताद्यमत्रिर्दिवमुन्निनाय।
दिविस्वेऽत्रिरधायत्"।
"सूर्य्यामासायाकर्तवे"॥ इति।

"तं होवाच वरं वृणीष्वेति। स होवाच—दक्षिणीयामे प्रजा स्यादिति। तस्मादात्रेयाणां प्रथमदक्षिणा अत्रे दीयन्त" इति। (गोपथपूर्वभागे—२।१७)

एतेन पुरा देवयुगेऽपि पारितोषिकप्रदानप्रचारो गम्यते। शाश्वतिकयशःप्रतिष्ठालाभार्थं स्मारकविधया धर्म्मविशेषव्यवस्थापनमेव च पारितोषिकं विशिष्यासीदिति च गम्यते। अत्रिगोत्रेभ्यो यज्ञे प्रथमं दक्षिणा दीयत इति हि तत्र एवारभ्य यज्ञे देवैः कृता व्यवस्था प्रथमात्रिकीर्त्ति स्मारिकाद्यापि प्रवर्तत इति गम्यत इति बोध्यम्।

स्वाभिमतम्

अत्र हि "ग्राव्णो ब्रह्मा" इत्याद्यष्टममन्त्रे सायणेन या ह्यर्थसरणिः परिगृहीता, सा विज्ञानविदां मनोरञ्जनी न प्रतिभाति।

महामहिममधुसूदनौझामहानुभावैर्मन्त्रस्यास्य विज्ञानानुगतोऽर्थः प्रतिपादितः। स तु पूर्वनिर्दिष्ट एव। किन्तु तेनापि कथमत्रीणां वेधकौशलमेव प्रदर्शितं भवति, न खलु तेषां ग्रहणावधारणसमर्था कापि गणितसरणिः तेनार्थेनावगम्यते। येषामत्रीणां प्रशंसनमुपर्युक्तमन्त्रे विद्यते, न ते केवलवेधपटव एव आसन्, किन्तु ग्रहणगणित-प्रक्रियामपि ते सुतरां जानन्ति स्म। सूचनेयं उक्तमन्त्र एव दरीदृश्यते।

सूर्यं अत्रय एव अविन्दन्, नान्येऽशक्नुवन् इति मन्त्रस्थं वाक्यं तथ्यमिदं सङ्केतयति, यदत्रयो ग्रहणानां पूर्वत एव सूचयितार आसन्। आधुनिका यूरोप-देशीया विद्वांस इत्थं प्रतिपादयन्ति यच्चीनदेशीयाः साम्प्रततो वर्षाणां सहस्र-चतुष्टयीतः (४०००) प्रागेव ग्रहणचक्रस्य (Saros) 'सेरोस' इत्याख्यस्य ज्ञातार आसन्।

उपर्युक्त ऋग्वेदमन्त्रेऽपि अत्रीणां विषये यः सङ्केतः कृतः, स तेषां ग्रहणचक्र-वेतृत्वमेव समर्थयति। ऋग्वेदस्य निर्माणकाले वर्षसहस्रषट्कानामर्वाक्तनो (६०००) न वर्तत इति बहिरङ्गैरान्तरङ्गैश्चानेकैः प्रमाणैः प्रमाणितं विद्यते। तस्मात् चीन-देशीया अपि स्वप्रतिवेशिभारतवर्षादेव ग्रहणविज्ञानपद्धतिं शिक्षितवन्त इति प्रौढ्या कथयितुं शक्यते। अत्रीणां ग्रहणचक्रस्वरूपं किं विधमासीदित्यस्य दिग्दर्शनमत्र विधीयते।

आकाशे ययोर्मार्गयो रविचन्द्रौ भ्रमतस्तयोर्धरातले भिन्ने-भिन्ने स्त इति पूर्वं प्रतिपादितमेव। तयोः सम्पातबिन्दू राहुकेतुनामभ्यामभिधीयेते। तावपि चलौ (३। ११) सन्निकृष्टगत्या पश्चाद् गतिं कुर्वतः। राहुकेतुबिन्दोः समीपवर्तिनोरेवा-मान्तपूर्णान्तयो रविचन्द्रयोः ग्रहणे भवत इत्यपि पूर्वप्रतिपादितमेव। तेनैकस्माद् रविराहुसङ्गमादपरो रविराहुसङ्गमो यावता कालेन पूर्यते, स रविराहुसङ्गमाख्यः कालः। स च ३४६.६२ दिवसात्मको भवति। एकश्चान्द्रमासश्च २९.५३६ दिवसैः पूर्यते। तेनैकोनविंशति १९ रविराहुसङ्गमदिवसाः २२३ चान्द्रमासदिवसैः सह साम्यं भजन्ते। कालश्चायमष्टादशभिर्वर्षैः ११ एकादशभिर्दिवसैश्च समतामुपैति। एतदर्थं अधस्तनतालिकावलोकनीया—

१९ रविराहुसंयुतिः	× ३४६.६२०	दिवसाः	= ६५८५.७८०	दिवसाः
२२३ चान्द्रमासः	× २९.५३०६	,,	= ६५८५.३२३८	दिवसाः
१८ वर्षः	× ३६५.२५६३७४+११	,,	= ६५८५.६१४७	दिवसाः

२५

तालिकयैकोनविंशतिरविराहुसङ्गमानां त्रयोविंशत्यधिकशतद्वयचान्द्रमासदिवसानां च (६५८५) मिता समाना दिनसंख्या, निष्कर्षममुं समर्पयति यत् २२३ चान्द्रमासानामन्तराले यासु यासु पूर्णिमास्वमासु च चन्द्ररविग्रहणानि सम्पन्नानि आसन्, तान्येव ग्रहणानि ७६८५ दिवसानां द्वितीयावृत्तावपि तेषां तेषामेव मासानां पूर्णिमास्वमासु च चन्द्ररविग्रहणानि तेनैव क्रमेण पुनरावृत्तानि स्युः। अयमेव ६५८५ दिनात्मकः कालो ग्रहणचक्रशब्देन व्यपदिश्यते। एतेन फलितं यद् यः पुरुषो ग्रहणचक्रस्यास्य रहस्यं सम्यक्तया वेत्ति, स पूर्वत एव गणितेनेदं ज्ञापयितुं प्रभवति यदमुकेषाममुकेषां मासानां पूर्णिमास्वमासु च ग्रहणं भविष्यतीति।

ऋग्वेदस्य पूर्वोक्तमन्त्रेषु सूर्यग्रहणस्य मोक्षं ज्ञापयितॄणां येषामत्रीणां प्रशंसनं विद्यते त इदं ग्रहणचक्रं जानन्ति स्म, इत्यत्र न कोऽपि विसंवादः। यतो ह्यस्माकं वैदिकं साहित्यं तथ्यस्यास्य साक्ष्यमनेकधा उद्घोषयति।

ज्यौतिषशास्त्रप्रवर्त्तको भगवान् वेदव्यासोऽप्यमुमेव ग्रहणचक्रावबोधकं तथ्यं महाभारते निर्दिष्टवान्। यदा किल कौटुम्बिकेन कलहेन यदुवंशक्षयस्थितिः समुपस्थिता, तदा ग्रहणचक्रवेत्तृणा महर्षिणा ग्रहणभारताद्युद्धात् चक्रद्वयानन्तरं षट्त्रिंशे वर्षे गान्धारीशापं संस्मारयामास वासुदेवेन मुसलपर्वणि। तद्यथा—

एवं पश्यन् हृषीकेशः सम्प्राप्तं कालपर्ययम्।
त्रयोदश्याममावास्यां दृष्ट्वा तान् प्रब्रवीदिदम्॥ १॥ १८
चतुर्दशी-पञ्चदशीकृतेयं राहुणा पुनः।
प्राप्ते वै भारते युद्धे प्राप्ता चाद्य क्षयायनः॥ २॥ १९
विमृशन्नेव कालं तं परिचिन्त्य जनार्दनः।
मेने प्राप्तं तु षट्त्रिंशं वर्षं केशिसूदनः॥ ३॥ २०
पुत्रशोकाभिसन्तप्ता गान्धारी हतबान्धवा।
तदनुव्याजहारार्त्ता तदिदं समुपागमत्॥ ४॥ २१

इतः षट्त्रिंशद्वर्षाणां प्राक्तने महाभारतयुद्धारम्भकाले उत्पातसूचकानि निमित्तानि संसूचयन् सञ्जयो धृतराष्ट्रं प्रति त्रयोदशदिनान्ते चन्द्ररविग्रहणद्वयस्य सम्पत्तिमुत्पातजनयितृत्वेन विज्ञापयामास।

चतुर्दशीं पञ्चदशीं भूतपूर्वां तु षोडशीम् ।
इमां तु नाभिजानेऽहममावास्यां त्रयोदशीम् ॥ १ ॥
सूर्यचन्द्रावुभौ ग्रस्तावेकमासीं त्रयोदशीम् ।
अपर्वणि ग्रहावेतावुत्पातं जनयिष्यतः ॥ २ ॥

(महाभारतस्य भीष्मपर्वणि तृतीयाध्यायः)

एवमिदं ग्रहणचक्रमस्माकं वैदिकमहाभारतीयप्रभृतिसाहित्ये समुपलभ्यमानं तदानीमपि ग्रहणविषये प्रशस्तोपज्ञतां भारतीयाचार्याणां विज्ञापयति । गोलीय-त्रिकोणमितिपद्धत्या ग्रहणानयनस्य यदा वैज्ञानिकी रीतिरस्माकं साहित्ये लब्धप्रतिष्ठाभवत् । तदानीं ग्रहणस्य सचमत्कारं विवरणं बहुभिर्विद्वद्भिः प्रस्तुतीकृतं विद्यते ।

तत्र सूर्यचन्द्रग्रहणे छादकनिर्णयं प्रस्तुवता नृसिंहेन सौरभाष्ये सर्वः सूर्यग्रहणस्य वलयग्रहणस्य च भूतपूर्वकालनिर्देशः पूर्वाचार्यवचनैरभिहितः । तत्तद्वाक्यं यथा—

अतः सूर्यस्य लघुच्छादकश्चन्द्रस्य महानिति कल्प्यते । न चैकस्य महत्त्वं सम्भवति । न च बृहल्लघुत्वमन्यसापेक्षमिति सूर्यबिम्बाल्लघुचन्द्रबिम्बादधिकं राहु-बिम्बं कल्पयिष्यामः, तेन ग्राहकैक्येऽपि चन्द्रसूर्ययोस्तीक्ष्णकुण्ठतादर्शनमुपपन्नमिति वाच्यम् । कल्पयितुमशक्यत्वात् । प्रथमताङ्गुलमानेन चन्द्रसूर्यबिम्बयोः प्रायशस्तुल्य-त्वाद्राहुबिम्बमेकस्मादधिकमन्यस्मान्न्यूनमिति कल्पयितुमशक्यम् । किन्तु सर्वदा राहु-बिम्बस्य सूर्यबिम्बाल्लघुत्वे चोच्यमानसूर्यग्रहे सर्वग्रसनानुपपत्तिः स्यात् । दृश्यते च कदाचित् सर्वग्रसनम् । तथाऽऽहुः **सकलागमाचार्याः** —

शाके त्र्यब्धीन्द्र१४४३तुल्ये वृषशरदि मधौ मासि बाणेन्दुनाडी-
तुल्ये दर्शेऽश्विधिष्ण्ये दिनकरदिवसे भानुसर्वग्रहोऽभूत् ।
तस्मिन् ग्रस्तेऽपीमं चास्तमितमपि बुधं काव्यसप्तर्षिमुख्या-
स्तारा दृष्ट्वान्धकाराकुलितमिह जगत् तत्र हा हा चकार ॥ १ ॥

तथा **वलयग्रासोऽप्युक्तोऽस्ति**—

शाकेऽष्टाद्रिमनुमिते १४७८ नलशरद्यूजेऽष्टनाडीमिते
दर्शेऽब्जाहनि मित्रभेऽभवदिनग्रस्तं महाश्चर्यकृत् ।
शेषोऽर्कः परितः सितो वलयवन्मध्येऽत्र कृष्णो यतोऽल्पं
चान्द्रं वपुरैक्षतात्र कविविद् माद्यन्धकारेऽपि च ॥ १ ॥

तस्माद्राहुबिम्बस्य सूर्यबिम्बाल्लघुत्वे चोच्यमाने सर्वग्रसनानुपपत्तिः स्यात्। एतेन १४४३ शके सूर्यस्य सर्वग्रहणं १४७८ शके वलयाकारग्रहणं वाराणस्यां जातमित्यस्य ज्ञानं जातमिति।

अत्र हि सूर्यग्रहणविषये वैदिककालस्य ज्योतिर्विज्ञानोद्भवकालस्य चोल्लेखद्वयं प्रदर्शितम्। तत्र वैदिककालेऽपि महाभारतीयोदाहरणेनेदं स्पष्टीकृतं यद्वैज्ञानिकं ग्रहणचक्रमस्माकं पूर्वाचार्यैरवगतमासीत्।

अत्र प्रश्नोऽयमुदेति यद् ग्रहणचक्रज्ञातारो भारतीया आचार्याः पुराणेषु कथमसुरराहुकृतं ग्रहणं कथामुखेन प्रतिपादितवन्तः। अत्रेत्थं समाधेयं यत् पौराणिकानामुद्देश्यं विनेयानां शास्त्रज्ञानानभिज्ञानामुपदेश एव आसीत्, न खलु तेषां वैज्ञानिकपद्धतेर्विज्ञापनम्।

अपरञ्च तदानीं गणितस्य त्रिकोणमिति-चापीयत्रिकोणमिति-प्रभृतिशाखानां विशेषाविष्कृतिसद्भावाभावाद् ग्रहणस्य स्पर्श-मध्य-मोक्षादीनामानयनं न सूक्ष्मतया ज्ञातमासीत्। तेन तदानीन्तना मनीषिणो ग्रहणसम्भवकालं निर्णेतुं स्थूलतयैव क्षमा भवन्ति स्म।

ग्रहणगणितस्य वैज्ञानिकपद्धतेराविष्कारानन्तरमेव सुस्पष्टतया इदमवगतं यद् रविचन्द्रयोराच्छादकस्तमःसंघश्चन्द्रबिम्बभूच्छायाभिन्न एव। तेन वैज्ञानिकपद्धतिसमर्थका अनेके ज्यौतिषाचार्या राहूपकरणस्य ग्रहणेऽन्यथासिद्धत्वं प्रतिपादितवन्तः। एतादृशान् आचार्यान् निर्भर्त्सयन् द्वितीयभास्कराचार्या आहुः, तद्यथा—

दिग्देशकालावरणादिभेदान्न च्छादको राहुरिति ब्रुवन्ति।
यन्मानिनः केवलगोलविद्यास्तत् संहितावेदपुराणबाह्यम्॥

राहुः कुभामण्डलगः शशाङ्कं शशाङ्कगश्छादयतीनबिम्बम्।
तमोमयः शम्भुवरप्रदानात् सर्वागमानामविरुद्धमेतत्॥ १०॥

(सिद्धान्तशिरोमणौ गोलाध्यायस्य ग्रहणवासनायाम्)

॥ इति त्रयोदशोऽध्यायः॥



उपसंहारः

सूर्यग्रहणस्य पुरातनीमधुनातनीं च पद्धतिमध्याश्रित्यात्र निबन्धे सूर्यग्रहण-गणितं तदुपकरणानि च प्रदर्शितान्येव। तत्रानेक एतादृशा विषया अनिर्दिष्टाः, येषामुपयोगोऽत्र कर्तुं युज्यते स्म। अत एव निबन्धविस्तृतिभियानवकाशाच्चास्माकं पुरातनाचार्यैराविष्कृता अनेके नवोना प्रकारा अवशिष्टा एवाभवन्। यथा लम्बन-प्रकरणे मुनीश्वरपण्डितसम्राड्जगन्नाथादीनां च मतमत्र नोपन्यस्तम्।

प्राचीनाचार्यैर्विहिता स्थूला ग्रहणगणितप्रकारा अप्यत्रालब्धावकाशा एव।

नवोन-ग्रहण-गणितपद्धतोष्वपि प्रसिद्धे द्वे एव पद्धती अत्र निर्दिष्टे। तत्र वेसलपद्धतेः स्वरूपमात्रमेव सैद्धान्तिकयुक्त्या प्रदर्शितम्। तथा ग्रहणगणितोदाहरणं विस्तृतिभिया न प्रदर्शितम्। अधुनाऽनया पद्धत्यैव जगति सर्वत्र प्रसिद्धसूर्यग्रहणगणितं विधीयते।

अपरा पद्धतिश्चात्र ग्रहणगणितोदाहरणे प्रदर्शिता। सा काश्यां बहुभिर्विद्वद्भिः समादृता लब्धप्रचारा च विद्यते। इयं हि रावर्टबालमहोदयेन स्व-'स्फेरिकल एस्ट्रानामी'-ग्रन्थे व्यलेखि सा नवीना पद्धतिः।

दृश्यरविचन्द्रौ चन्द्रशरं च साधयित्वा भारतीयपूर्वाचार्यैरेकस्थानीयग्रहण-गणितस्य या प्रक्रिया विहिता, तयात्र सूर्यग्रहणोदाहरणं प्रस्तुतीकृतम्। इत्थमत्र ग्रहण-गणितं प्रकारद्वयेनोदाहरणाभ्यां विहितम्। भूमण्डलीयसूर्यग्रहणगणितस्य साधन-प्रकारो भारतोयपद्धतिमनुसृत्य वेसलपद्धत्या च निर्दिष्टम्।

सूर्यग्रहणपरिलेखश्च भारतीयपद्धत्याधुनिकपद्धत्या चात्रोट्टङ्कितः। एवं संक्षेपेण सूर्यग्रहणविषयमधिकृत्य निबन्धोऽयमत्र प्रस्तुतीकृतः।

अथावसाने निवेदये विदुषो यत्ते समालोचनात्मिकां दृष्टिमत्र निक्षिपन्तः समुचितसम्बोधनेन मां कृतार्थयन्त्विति।

यतो हि "गच्छतः स्खलनमिति" न्यायेनात्र त्रुटीनां सद्भावोऽनिवार्य एव।

यशोदयाऽलङ्कृतविग्रहस्य पलाशकान्तस्य सदाप्तमूर्तेः।
गुरोः शुभ्रांघ्र्योः पुरुषोत्तमस्य समर्पितः स्यात् सुमुदे निबन्धः॥

॥ इति शम्॥



सूर्यग्रहणशोधकार्ये सहायकग्रन्थाः

क्रम-संख्या	ग्रन्थनाम	ग्रन्थकारनाम
१.	ऋग्वेदसंहिता	
२.	उपनिषदः	
३.	महाभारतम्	
४.	आर्यभटीयम्	आर्यभट्टः
५.	पञ्चसिद्धान्तिका	वराहमिहिरः, म० म० सुधाकरद्विवेदी, डॉ० थिवाट
६.	महाभास्करीयम्	आर्यभट्टः
७.	ब्राह्मस्फुटसिद्धान्तः	ब्रह्मगुप्तः
८.	शिष्यधीवृद्धिदम्	लल्लः
९.	सूर्यसिद्धान्तः	टीकाकारो म० म० सुधाकरद्विवेदी
१०.	लघुभास्करीयम्	
११.	महासिद्धान्तः	टी०–म० म० सुधाकरद्विवेदी
१२.	भास्वतीकरणम्	
१३.	खण्डखाद्यकम्	
१४.	करणप्रकाशः	ब्रह्मदः
१५.	सिद्धान्तशेखरम्	श्रीपतिः
१६.	लघुमानसम्	ज्ञानराजः
१७.	करणकुतूहलम्	भास्कराचार्यः
१८.	सिद्धान्तशिरोमणि–गणितगोलाध्यायौ	भास्कराचार्यद्वितीयः
१९.	सिद्धान्ततत्त्वविवेकः	कमलाकरभट्टः
२०.	वशिष्ठसिद्धान्तः	
२१.	वेदाङ्गज्योतिषम्	याजुषं सुधाकरीटीकासहितम्
२२.	करणकौस्तुभम्	

२३.	सौरार्यब्राह्मपक्षीयतिथिगणितम्	
२४.	तिथिचिन्तामणिः	गणेशदैवज्ञः
२५.	ग्रहभवनपथ	
२६.	करणपद्धतिः	त्रिवेन्द्रम्
२७.	रविसिद्धान्तः	मथुरानाथः
२८.	भानुभ्रमणम्	
२९.	बृहत्सिद्धखेटी	
३०.	सूर्यग्रहणगणितम्	मराठी
३१.	वैजन्तीनामपञ्चाङ्गगणितम्	
३२.	केतकीग्रहगणितम्	केतकरः
३३.	ज्योतिर्गणितम्	केतकरः
३४.	भारतीय ज्योतिष	शङ्कर बालकृष्ण दीक्षित
३५.	ज्यौतिष इतिहास	डॉ० गोरख प्रसाद
३६.	नॉटिकल अल्मनाक	
३७.	एट्रीटाइज आन स्फेरिकल एस्ट्रानामी	रावर्टबाल
३८.	ए टेस्टबुक आन स्फेरिकल एस्ट्रानामी	डब्ल्यू० एम० स्मार्ट
३९.	स्फेरिकल एस्ट्रानामी	डॉ० गोरख प्रसादः
४०.	भगोलचित्रम्	कालीनाथमुखोपाध्यायः
४१.	ग्रहलाघवम्	गणेशदैवज्ञः
४२.	सर्वानन्दग्रहकरणम्	पं० प्र० गोविन्द आप्टे
४३.	मेकर्स आफ एस्ट्रानामी	मेकफर्सन हेक्टर
४४.	चन्द्रग्रहणसारिणी	डॉ० गोरख प्रसाद
४५.	सौर-परिवार	डॉ० गोरख प्रसाद

हस्तलिखितग्रन्था:

४६.	ज्योतिषमणिमाला	केशवः
४७.	अयनांशसाधनम्	

४८.	भूमिभ्रमणम्	गोविन्दः
४९.	अनन्तसुधारसविवृतिः	शिवदेवज्ञः
५०.	पर्वस्फुटरहस्यम्	राघवानन्दः
५१.	ग्रहपीठमाला	आपदेवः
५२.	खेटबोधप्रसारिणी	गोविन्दः
५३.	सर्वसिद्धान्तराजः	नित्यानन्दमिश्रः
५४.	ग्रहागमकुतूहलम्	भास्करः
५५.	धरती आकाश	रूसी से हिन्दी अनुवाद
५६.	चापीयत्रिकोणगणितम्	नीलाम्बर-झाः
५७.	चलन-कलनम् (गणितम्)	सुधाकरद्विवेदी
५८.	अग्निख्यातिः	पं० मधुसूदन-ओझाः








सम्पूर्णानन्द-संस्कृत-विश्वविद्यालयः
श्रुतम् मे गोपाय